

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
ПМ.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И  
ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ИЗДЕЛИЙ**

**Т.02.01.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО**

**15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов  
и гидропневмоавтоматики**

Магнитогорск, 2017

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Механического и гидравлического  
оборудования

Председатель: О.А. Тарасова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

## **Разработчики**

В.И. Шишняева,  
преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» МпК

Методические указания разработаны на основе рабочей программы  
ПМ.02 Проектирование гидравлических и пневматических приводов  
изделий.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	4
2. Методические указания.....	7
Практическая работа №1.....	10
Практическая работа №2.....	15
Практическая работа №3.....	17
Практическая работа №4.....	20
Практическая работа №5.....	28
Практическая работа №6.....	29
Практическая работа №7.....	31
Практическая работа №8.....	35
Практическая работа №9.....	38
Практическая работа №10.....	41
Практическая работа №11.....	43
Практическая работа №12.....	46
Практическая работа №13.....	49
Практическая работа №14.....	52
Практическая работа №15.....	55
Практическая работа №16.....	62
Практическая работа №17.....	64
Практическая работа №18.....	65
Лабораторная работа №1.....	68
Лабораторная работа №2.....	72
Лабораторная работа №3.....	75
Лабораторная работа №4.....	79
Лабораторная работа №5.....	83
Лабораторная работа №6.....	87

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

В соответствии с рабочей программой программы ПМ. 02. Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий, МДК.02.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневоавтоматика, Тема 02.01.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы предусмотрено проведение практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен *уметь*:

- проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;
- проектировать системы управления;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- составлять функциональную циклограмму;
- рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий;
- использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем.

Содержание практических работ ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях

и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

И овладению профессиональными компетенциями:

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

Выполнение студентами *практических работ* по ПМ. 02. Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий, МДК.02.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика, Тема 02.01.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам междисциплинарных курсов;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Продолжительность выполнения практических работ составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующего занятия, которое обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Т.02.01.01.01 Общие сведения об объемном гидроприводе

#### Практическое занятие № 1 Изучение характеристик элементов гидросхемы

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений определения характеристик элементов гидроосхем

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: читать условные графические обозначения элементов гидроосхем; собирать и регулировать гидросхему гидропривода

##### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

##### **Задание:**

1. Прочитать гидросхему
2. Собрать и отрегулировать гидросхему закрытого типа

##### **Краткие теоретические сведения:**

Условные графические обозначения служат для функционального представления элементов гидропривода и состоят из одного или нескольких основных и функциональных символов.

В гидросхемах мобильных машин (в том числе ПТМ и СДМ различного назначения) широко применяют закрытые гидросистемы.

На рис.1 представлена одна из таких схем. Под закрытой гидросистемой следует понимать гидросистему, состоящую из насоса 1 и гидродвигателя 2. Рабочая жидкость поступает из насоса в гидродвигатель, а оттуда снова во всасывающую магистраль насоса. Это является отличитель-

ной особенностью замкнутых гидросистем. Обычно в закрытых гидросистемах применяется гидронасос с регулируемой подачей в обоих направлениях. В данной гидросистеме работает значительно меньшее количество жидкости по сравнению с открытой гидросистемой. Для практического использования закрытой гидросистемы необходимо следующее дополнительное оборудование.

- Ограничители давления

Оба регулируемых предохранительных клапана 3 и 4 ограничивают давление на стороне высокого давления и защищают гидросистему от перегрузок.

Рабочая жидкость стекает на сторону низкого давления. Клапаны ограничения давления одновременно служат для торможения гидродвигателя при нулевой подаче насоса.

- Промывочный клапан и подпиточный контур

Промывочный клапан 5 является распределителем с гидравлическим управлением. Когда подача насоса 1 равна нулю, подпиточный насос 6 через промывочный клапан 5, находящийся в среднем положении, предохранительный клапан 7 и радиатор охлаждения 8 сливает жидкость в бак.

С помощью предохранительного клапана 7 устанавливается подпиточное давление (низкое давление). Оно составляет, как правило, 8 — 15 бар.

Когда насос осуществляет подачу рабочей жидкости, то есть когда в гидродвигатель поступает жидкость на стороне высокого давления (рабочее давление), включается промывочный клапан, открывающий канал, который соединяет сторону низкого давления с предохранительным клапаном 7.

Например, если слева расположена сторона высокого давления (гидродвигатель 2 вращается вправо), то в этом случае промывочный клапан 5 через левую магистраль управления включается в правом направлении. Благодаря этому сторона низкого давления (справа) соединяется с предохранительным клапаном 7, которым управляет подпиточный насос.

Из стороны низкого давления жидкость через промывочный клапан 5 и предохранительный клапан 7 поступает в бак. Одновременно подпиточный насос 6 через обратный клапан 9 подает рабочую жидкость на сторону низкого давления. Обратный клапан 10 со стороны высокого давления закрыт.

При смене направления подачи регулируемого насоса давление на данный промывочный клапан подается с другой стороны. И весь цикл соответственно повторяется.

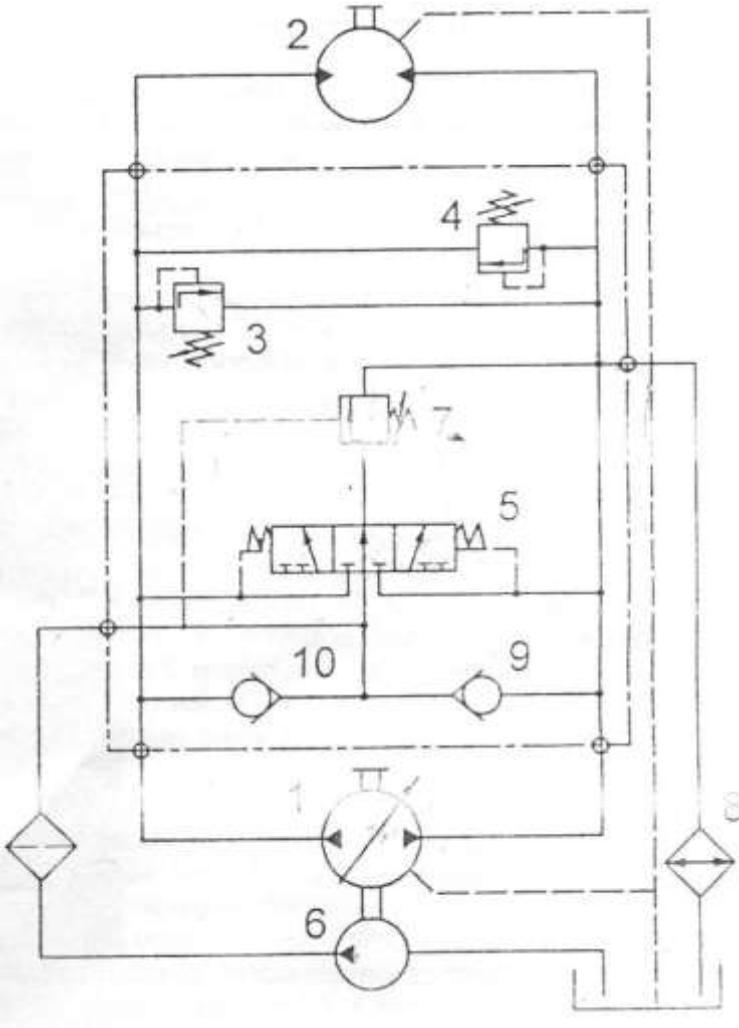


Рисунок 1 – Закрытая гидросистема

**Порядок выполнения работы:**

3. Изучить методические указания по выполнению работы.
4. Вычертить гидросхему закрытого типа
5. Изучить ее устройство и принцип работы.
6. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.

7. Объясните взаимосвязь контуров промывки и подпитки в процессе работы.
8. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 2**  
**Изучение характеристик элементов пневмосхемы**

**Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений применения характеристик элементов пневмосхем

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: применять условные графические обозначения элементов пневмосхем

**Материальное обеспечение:**

- 1 Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:**

Изучить условные графические обозначения элементов пневмосхем

**Краткие теоретические сведения:**

Условные графические обозначения служат для функционального представления элементов пневмопривода и состоят из одного или нескольких основных и функциональных символов.

**Условные графические обозначения основных элементов пневмопривода**

Наименование элемента гидروпривода	Условное обозначение	Наименование элемента гидропривода	Условное обозначение
Гидробак		Насос-мотор регулируемый:	
Насос нерегулируемый (общее обозначение):		с одним и тем же направлением потока	
с нереверсивным потоком		с реверсивным направлением потока	
с реверсивным потоком		с любым направлением потока, ручным управлением, наружным дренажом и двумя направлениями вращения	
Насос регулируемый:		Поворотный гидродвигатель	
с нереверсивным потоком		Гидроцилиндр:	
с реверсивным потоком		поршневой одностороннего действия без указания способа возврата штока	
многоотводный (например, трехотводный регулируемый с одним заглушенным отводом)		то же, с возвратом штока пружиной	
Гидромотор:		плунжерный	
нерегулируемый с нереверсивным потоком		двустороннего действия с односторонним штоком	
нерегулируемый с реверсивным потоком		двустороннего действия с двусторонним штоком	
регулируемый реверсивный		дифференциальный	
Насос-мотор нерегулируемый:		с подводом масла через двусторонний шток	
с одним и тем же направлением потока		телескопический	
с реверсивным направлением потока		с торможением в конце хода справа	
с любым направлением потока		с торможением в конце хода с двух сторон	

Наименование элемента гидросистемы	Условное обозначение	Наименование элемента гидросистемы	Условное обозначение
с регулируемым торможением в конце хода справа		574-е исполнение по гидросхеме	
с регулируемым торможением в конце хода с двух сторон		Гидрораспределитель с управлением от кулачка	
Гидрораспределитель с ручным управлением:		Гидрораспределитель с электроуправлением:	
14-е исполнение по гидросхеме		64-е исполнение по гидросхеме	
24-е исполнение по гидросхеме		574-е исполнение по гидросхеме с двумя электромагнитами	
34-е исполнение по гидросхеме		574-е исполнение по гидросхеме с одним электромагнитом	
44-е исполнение по гидросхеме		то же, но с указанием промежуточного положения	
54-е исполнение по гидросхеме		Обратный клапан	
64-е исполнение по гидросхеме		Обратный клапан с усиленной пружиной, выполняющий функцию подпорного	
45-е исполнение по гидросхеме с пружинным возвратом		Гидроклапан «ИЛИ»	
Кран управления		Гидроклапан «И»	
Гидрораспределитель с гидравлическим управлением:		Гидрозамок:	
44-е исполнение по гидросхеме		односторонний	
Гидрораспределитель с электрогидравлическим управлением:		двусторонний	
14-е исполнение по гидросхеме с независимыми линиями управления		Гидроклапан напорный (предохранительный или переливной) прямого действия	
44-е исполнение по гидросхеме, линии P и X объединены		Гидроклапан давления	
то же (упрощенное обозначение)			

Наименование элемента гидравлического привода	Условное обозначение	Наименование элемента гидравлического привода	Условное обозначение
Изображение линии управления, когда требуется специально подчеркнуть, что она находится внутри аппарата		с предохранительным клапаном (трехлинейный)	
Гидроклапан давления с обратным клапаном		то же (упрощенное обозначение)	
Предохранительный клапан непрямого действия		Дросселирующий гидрораспределитель с механическим управлением (от копира)	
Разделительная панель		Делитель потока	
Редукционный клапан непрямого действия		Сумматор потока	
Дроссель:		Гидроаккумуляторы:	
нерегулируемый		без указания принципа действия	
регулируемый		грузовой	
с обратным клапаном		пружинный	
Регулятор расхода:		пневмогидравлический	
двухлинейный		Фильтр	
то же (упрощенное обозначение)		Маслоохладитель	
с обратным клапаном		Нагреватель масла	
		Наливная горловина	

Наименование элемента гидропривода	Условное обозначение	Наименование элемента гидропривода	Условное обозначение
Место выпуска воздуха		термометр электроконтактный	
Гидравлическое сопротивление: с расходом, зависящим от вязкости масла		указатель уровня жидкости	
	с расходом, не зависящим от вязкости масла		указатель расхода
Вентиль		расходомер	
Прибор: манометр		расходомер интегрирующий	
манометр электроконтактный		тахометр	
манометр дифференциальный		моментомер	
термометр		Соединение трубопроводов	
Элементы управления: кнопка, рукоятка, педаль		Пересечение трубопроводов без соединения	
Трубопровод гибкий, шланг		Соединение трубопроводов: фланцевое	
Линия: всасывания, напора, слива		штуцерное резьбовое	
управления, дренажа, выпуска воздуха		Напорная линия	
		Сливная линия	

### **Порядок выполнения работы:**

9. Изучить методические указания по выполнению работы.
10. Изучить характеристики элементов пневмосхем
11. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
12. Выполнить отчет

### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Т.02.01.01.02 Энергообеспечивающая подсистема**

### **Практическое занятие № 3**

#### **Чтение пневмосхемы привода возвратно-поступательного движения**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений и навыков чтения пневматических принципиальных схем

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: читать пневматическую принципиальную схему

#### **Материальное обеспечение:**

1. Пневмосхемы оборудования ПАО ММК
2. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

#### **Задание:**

Изучить схему пневмосистемы с автоматическим управлением

#### **Краткие теоретические сведения:**

Гидросистема с регулированием давления в первом цилиндре и подключением второго цилиндра для выдвигания и возврата. Второй цилиндр регулируется по давлению.

В большинстве случаев практического применения управление пневматическими приводами автоматическое.

В пневматической системе с автоматическим управлением двумя пневмоцилиндрами (рис. 2) пневмоцилиндры 1 и 6 выполняют следующий замкнутый цикл движений: ход вперед поршня пневмоцилиндра 1 — ход вперед поршня пневмоцилиндра 6 — ход назад поршня пневмоцилиндра 6 — ход назад поршня пневмоцилиндра 1. В схеме использованы двухпозиционные распределители 2 и 7 с двусторонним пневмоуправлением. Контроль выполнения требуемых по циклу движение и управление распределителями осуществляется с помощью конечных выключателей 3, 5, 8 и 9.

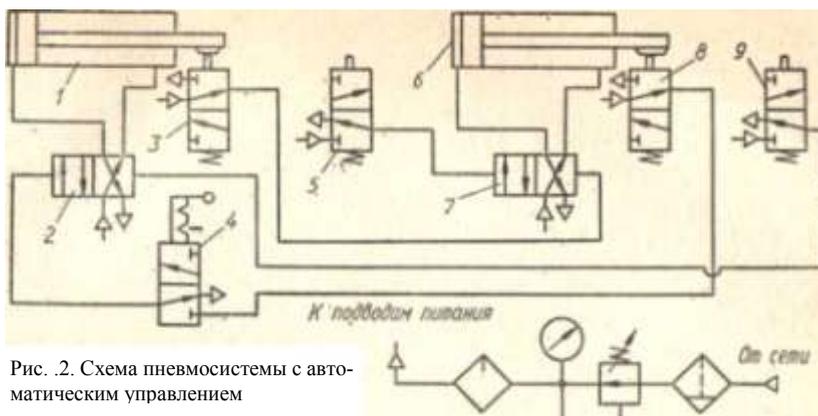


Рис. 2. Схема пневмосистемы с автоматическим управлением

На схеме поршни пневмоцилиндров показаны в исходном положении. Кулачки, установленные на их штоках, воздействуют на выключатели 3 и 8, на выходах которых образуются командные сигналы. Выключатель 3 подает сигнал в правую полость управления распределителя 7, удерживая его в переключенном влевоположении.

Сигнал от конечного выключателя 8 прерван пневмотумблером 4. При кратковременном включении пневмотумблера этот сигнал переключает распределитель 2 вправо. Переключение возможно, так как другая (правая) полость управления распределителя связана при этом с атмосферой через выключатель 9. Последующее выключение пневмотумблера снова прерывает подачу командного сигнала, но распределитель остается в переключенном положении, механически его «запоминая», и поршень пневмоцилиндра начинает движение вправо. В начале этого движения правая полость управления распределителя 7 сообщается через выключатель 3 с атмосферой. Выключатель 5, контролирующий срабатывание пневмоцилиндра, подает сигнал на переключение распределителя 7 вправо только в конце хода поршня

пневмоцилиндра 1. Этим блокируется подача следующей по циклу команды до выполнения предшествующей команды. В конце хода вправо поршня пневмоцилиндра 6 конечный выключатель 9 переключает распределитель 2 влево, что вызывает обратный ход пневмоцилиндра 1. Затем выключатель 3 таким же образом включает последнее движение цикла – обратный ход пневмоцилиндра 6. После его выполнения конечный выключатель 8 подает команду на переключение распределителя 2 и начало нового цикла, но при выключенном пневмотумблере 4 команда прерывается и система останавливается в исходном положении.

Если при пуске пневмотумблер оставить включенным, пневмосистема будет отрабатывать цикл за циклом, сохраняя заданную последовательность работы пневмоцилиндров. Выключить пневмотумблер можно в любой момент работы системы, что вызовет ее автоматическую остановку в исходном положении после выполнения всех операций текущего цикла.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы..
2. Вычертить пневмосхему
3. Изучить ее устройство и принцип работы.
4. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
5. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Практическое занятие № 4 Изучение конструкции компрессорной установки**

**Цель работы:** изучить конструкцию компрессорной установки

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: определять конструктивные особенности компрессорных установок

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. НПИ 1. Свешников В.К. Станочные гидроприводы [Электр. ресурс],

**Задание:** Изучите конструкцию и принцип работы компрессорной установки

**Краткие теоретические сведения:**

На рис. 4 дана схема компрессорной установки. Основным оборудованием установки является компрессор с двигателем, маслоотделитель, охладители и ресивер (воздушный баллон).

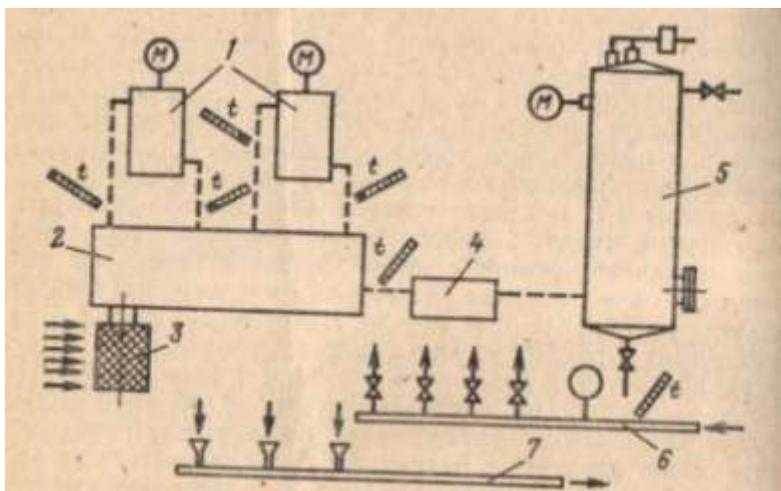


Рис. 4. Схема блока компрессорной установки: 1-охладитель; 2-компрессор; 3-фильтр; 4-маслоуловитель; 5-ресивер; 6,7-коллекторы холодной и сбросной воды

Вспомогательное оборудование включает фильтр на всасывающей трубе компрессора, предохранительные клапаны и контрольно-измерительную аппаратуру.

Каждый компрессор снабжается ресивером (воздушным или газовым баллоном), основное назначение которого состоит в выравнивании колебаний давления в воздуховодах. Кроме того, ресивер служит для отделения влаги и паров масла из газа; с этой целью в нем устанавливают сепари-

рующие устройства. Ресиверы помещают снаружи помещения, потому что они взрывоопасны. Охладители газа, располагаемые между ступенями компрессоров, обычно представляют собой трубчатые вертикальные или горизонтальные теплообменники. В компрессорных установках небольшой подачи они располагаются непосредственно на цилиндрической блоке компрессора. В установках большой подачи охладители располагают вблизи компрессоров как отдельно стоящие аппараты.

С целью очистки газа, подаваемого компрессором, и для поддержания в чистоте проточной полости на всасывающей трубе компрессора ставят газовый фильтр. Ранее применялись главным образом матерчатые фильтры. В настоящее время применяются масляные фильтры. Они представляют собой цилиндрические или прямоугольные замкнутые резервуары, наполненные рыхлым материалом (металлическая стружка, кольца Рашига), смоченным в вязком масле. Поток газа, проходящий через слой такого материала, хорошо очищается от пыли. Промывка и регенерация фильтра просты; он надежен в эксплуатации.

Маслоотделители располагают между ступенями компрессора за охладителями. Их назначение — удалять из газа, подаваемого компрессором, взвешенные капельки масла, использованного в предыдущей ступени. Действие маслоотделителей основано на выбрасывании частичек масла из потока под действием сил инерции, возникающих при изменениях направления движения газа. Маслоотделители бывают с рыхлой засыпкой подобно воздушным фильтрам или в виде цилиндрических центробежных аппаратов — циклонов. Предохранительные клапаны устанавливаются между ступенями компрессора на промежуточных охладителях и ресивере. Их назначение состоит в предохранении установки от чрезмерного повышения давления. Предохранительные клапаны бывают грузовыми и пружинными.

Коммуникация компрессорной установки состоит из системы газопроводов и трубопроводов охлаждающей воды. Большое значение для правильной эксплуатации компрессорной установки имеет контрольно-измерительная аппаратура, по показаниям которой судят о правильности работы установки.

Манометры устанавливают на промежуточных охладителях и ресивере для наблюдения за давлением газа, подаваемого компрессором. Для контроля за давлением масла в системе смазки ставится манометр на напорном патрубке масляного насоса.

Давление охлаждающей воды контролируется по манометру на коллекторе, от которого устраивают водопроводы к отдельным компрессорам. Наличие охлаждающей воды в системе охлаждения обязательно контролируется по сливу воды в воронки на сбросном коллекторе.

Обязательному контролю подлежат температуры воздуха перед каждым охладителем и за ним, а также конечная температура газа на выходе из компрессора; контролируются температуры охлаждающей воды в коллекторе и

на входе из рубашек цилиндров и всех охладителей. В мелких установках контроль за температурой осуществляется ртутными термометрами, поставленными в гильзы с маслом. В крупных компрессорных установках показания всех контрольно-измерительных приборов компрессоров передаются дистанционно на щит. Сюда же поступают показания электрических приборов, контролирующих мощность, а также показания расходомеров компрессоров.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Вычертить схему блока компрессорной установки
3. Изучить ее устройство и принцип работы.
4. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
5. Объясните, как осуществляется контроль за температурой и давлением масла.
6. Выполнить отчет

#### **Форма предоставления результата**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Ответы на контрольные вопросы необходимо дать письменно. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем по контрольным вопросам.

### **Практическое занятие № 5**

#### **Изучение конструкции поршневых компрессоров**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** изучить конструкцию поршневого компрессора

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: пользоваться компрессорами

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. НПИ 1. Свешников В.К. Станочные гидроприводы [Электр. ресурс],

**Задание:** Изучите конструкцию и принцип работы поршневого компрессора.

## **Краткие теоретические сведения:**

### **1. Основные детали и конструктивные особенности поршневых компрессоров**

Поршневые компрессорные установки представляют собой наиболее распространенный вид оборудования, который способен сжимать воздух. Принцип работы заключается в том, что цилиндр засасывает определенное количество воздуха, который затем сжимает поршень при движении. Для сжатия возможно использовать обе стороны поршня (так называемый принцип двойного действия). Двухступенчатая поршневая компрессорная установка производит воздух с высокими показателями качества и активно применяется в производственных процессах, где существуют строгие требования к соблюдению технологий.

Ключевыми составляющими конструкции поршневого компрессора являются поршень, цилиндр, камера, коленчатый вал, кривошипно-шатунный механизм, клапаны (впускной и выпускной), а также привод (электрический, бензиновый или дизельный).

Конструкция данных компрессоров является простой, ремонт и замена запасных частей доступной. Тем не менее, такое оборудование нуждается в регулярной профилактике.

### **2. Типы поршневых компрессоров**

В настоящее время на рынке представлено большое разнообразие модификаций поршневых компрессоров. Существует множество моделей одноступенчатых, многоступенчатых компрессоров, одностороннего, двустороннего всасывания, сальниковых и бессальниковых агрегатов и пр. Ряд поршневых компрессоров необходимо смазывать минеральными маслами, другие в этом не нуждаются. Основные модели поршневых компрессорных установок можно классифицировать по типу привода, уровню конечного давления, количеству ступеней сжатия и виду исполнения.

Можно выделить следующие типы поршневых компрессоров:

- одинарного (бескрейцкопфные) или двойного действия (крейцкопфные);
- масляные и безмасляные (сухого трения или сухого сжатия);
- горизонтальные, вертикальные, угловые по расположению цилиндров
- по количеству ступеней – многоступенчатые, одноступенчатые.
- с различным количеством цилиндров.

По типу привода компрессоры делятся на установки:

- с прямым приводом (обеспечивают существенную экономию электрической энергии, демонстрирует более низкий уровень шума относительно агрегатов с ременным приводом, и имеют более высокий показатель КПД);
- с ременным приводом (демонстрируют меньшие динамические нагрузки при запуске благодаря проскальзыванию ременной передачи).

По уровню давления на выходе поршневые компрессоры делятся на агрегаты низкого давления (диапазон от 5 до 12 бар), среднего (диапазон от 2 до 100 бар) и высокого (диапазон от 0 до 1000 бар).

По количеству ступеней сжатия поршневые компрессорные установки бывают многоступенчатыми, двухступенчатыми и одноступенчатыми. В компрессорах многоступенчатого сжатия важно не допускать чрезмерного повышения температуры сжимаемого газа (не более 180 °С), так как существует опасность взрыва и возгорания.

По виду исполнения данные агрегаты делятся на стационарные установки и мобильные (передвижные).

Материал корпуса - чугун. В корпусе расположены цилиндр и картер. Коленчатый вал находится в картере. Масло для смазки деталей заливают в нижнюю часть картера. В подшипниках находятся коренные шейки коленчатого вала. Сальник как уплотнение шейки вала от утечки хладагента. Маховик напрессован на шейке вала. Вращение от электродвигателя через ременную передачу.

### 3. Поршневой компрессор в разрезе (рис.1).

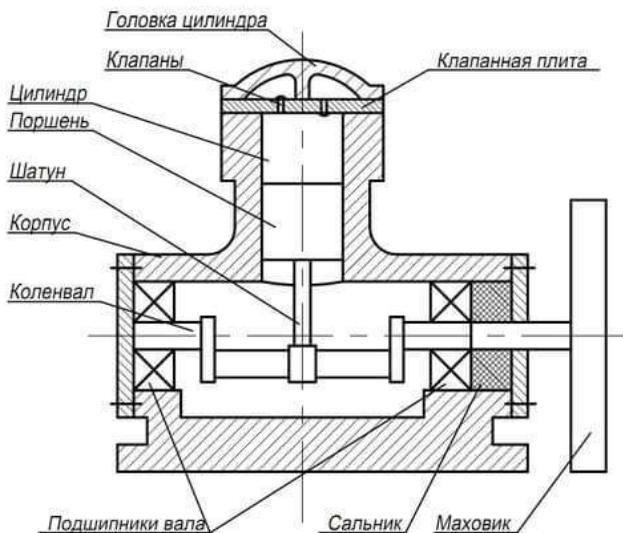


Рисунок 1- Поршневой компрессор в разрезе

Шатун и поршень соединяют поршневым пальцем. Движение поршня до крайнего положения цилиндров на значение 2-го радиуса кривошипа.

Уплотнение поршня: кольца. Пары хладагента не попадают в картер.

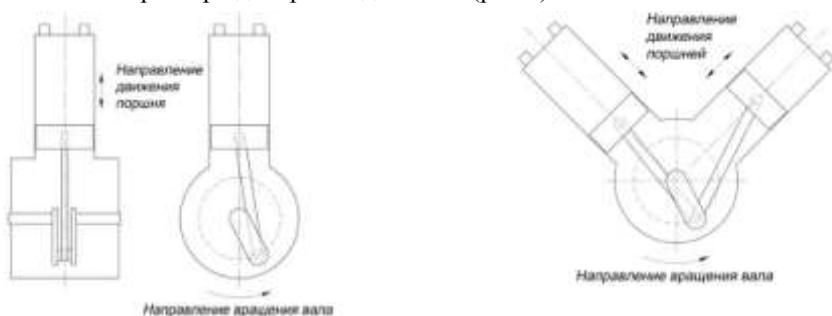
Всасывающий и нагнетательный клапан в камерах на головке цилиндра.

Назначение: перекрывают отверстия между камерой и цилиндром.

Подсоединение испарителя с всасывающим трубопроводом, конденсатор с нагнетательным трубопроводом.

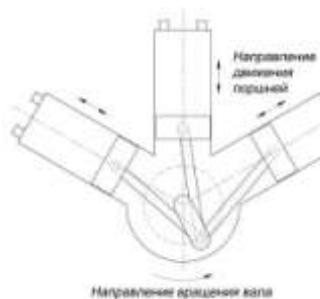
По виду расположения в установке цилиндров поршневые компрессоры подразделяют на вертикальные, горизонтальные и угловые.

Компрессор одинарного действия (рис.2)



Вертикальное расположение

V-образное расположение



W-образное расположение



Ступенчатый поршень (дифференциальный)

Рисунок 2 – Расположение компрессора

### 3. Типы/виды и конструкции поршневых компрессоров

Любой тип компрессора или установки компрессорной предназначен для сжатия, подачи воздуха (любого газа) под давлением. Поршневым называется компрессор, поршень которого делает возвратно-поступательные движения, находясь в цилиндре.

В странах СНГ отдают предпочтение поршневым компрессорам, наиболее известным среди машин, имеющих производительность < 100 куб. метров в минуту.

#### Ременные поршневые компрессоры (рис.3)

Для ременных компрессоров характерно то, что ременная передача соединяет коленвал с электроприводом, что обеспечивает высокую производительность и продолжительность эксплуатации. Компрессоры данного типа могут работать по несколько часов, причём непрерывно. Они применяются чаще всего в строительстве, в шиномонтажных мастерских, на станциях технического обслуживания. Мощность двигателя равна приблизительно 2,25 - 5,5 кВт. Производительность компрессора может достигать 500 л/мин., рабочее давление достигает 16 бар, в некоторых случаях доходит до 30 бар. Положительный момент заключается в сжатии воздуха до требуемых значительных параметров.

**Расположение цилиндров** в компрессорах позволяет подразделить их на **вертикальные** компрессоры, компрессоры **горизонтального** типа и **угловые** компрессорные устройства.



Рисунок 3а - Расположение цилиндров

К **вертикальным** компрессорным устройствам относятся те, цилиндры которых расположены вертикально.

У **горизонтальных** компрессоров цилиндры могут быть размещены с одной стороны коленвала, соответственно, они называются горизонтальными компрессорами с односторонним размещением цилиндров. Если же цилиндры располагаются по обе стороны вала, то компрессоры носят название компрессоров с двухсторонним размещением цилиндров.

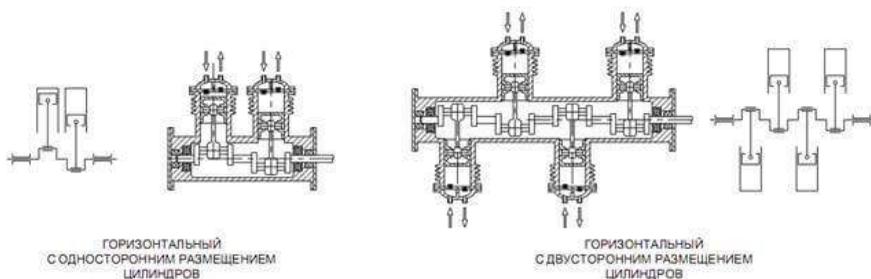


Рисунок 3б - Расположение цилиндров

У **угловых** компрессоров цилиндры размещены в одних рядах вертикально, а в других - горизонтально. Это **прямоугольные** компрессоры. У угловых компрессоров цилиндры могут быть наклонены, установлены V-образно и W-образно. Такие компрессоры носят название, соответственно, V- и W-образных компрессоров.

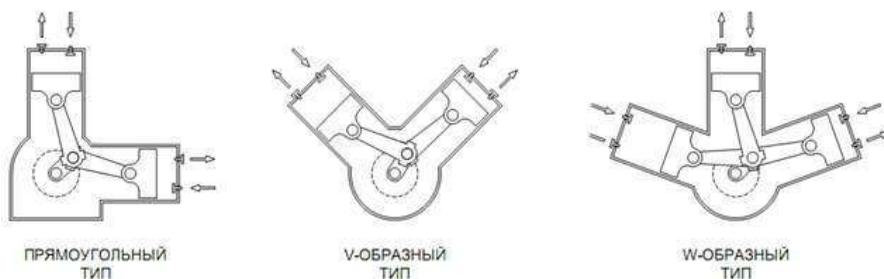


Рисунок 3в - Расположение цилиндров

## 5. Преимущества и недостатки компрессоров поршневого типа

На территории стран бывшего советского пространства наиболее востребованным является поршневое компрессорное оборудование с показателем производительности в пределах 100 куб. м/ мин. Это объясняется целым рядом преимуществ перед аналогами. Так, данное оборудование отличается экономичностью, надежностью, несложностью конструкции и простотой в ремонте. Поршневые компрессоры хорошо справляются с частыми переключениями, отлично подходят для эксплуатации с перерывами, работы в неблагоприятных условиях (при высоком уровне влажности, грязном воздухе и т.п.). Данный тип агрегата может запускаться в работу с любого уровня изначального давления и при этом получать давление на выходе до 1000 бар и выше. Поршневое компрессионное оборудование также способно сжимать любые типы газов (в том числе агрессивные, ядовитые и взрыво-

опасные) и является наиболее оптимальным решением для работы на объектах, где необходимы небольшие объемы сжатого воздуха.

#### **Преимущества:**

- низкая цена;
- облегченное конструктивное исполнение;
- ремонтпригодность и продолжительный срок работы после ремонта;
- увеличение работоспособности за счет сервисного обслуживания через 500 рабочих часов;
- экономичность;
- достаточно высокая производительность;
- способность поддерживать сравнительно долго низкую производительность на одном уровне;
- сравнительно легко функционирует в периодическом режиме, при частом включении и выключении агрегата.

#### **Недостатки, присущие компрессору поршневого типа**

- поршневой компрессор сильно шумит и вибрирует во время работы, для его размещения необходимо отдельное помещение, оснащённое прочным бетонным фундаментом;
- низкая производительность (до 5 куб. м воздуха в минуту);
- ограниченная область использования вследствие низкой производительности;
- высокая энергетическая затратность;
- часто осуществляемое техническое обслуживание: максимальный интервал между обслуживаниями составляет 500 часов работы;
- для проведения обслуживания или ремонта требуется несколько специалистов.

#### **6. Применение поршневых компрессоров**

Компрессоры поршневого типа повсеместно используются и в сфере профессиональной, и в быту. Как нагнетатели воздуха, они обеспечивают работу пневматических устройств, например, пневматических гайковертов, краскопульты и др. Их применяют для подкачивания шин на станциях техобслуживания.

Поршневой компрессор со своей простой конструкцией представляет собой наиболее распространенный вид компрессорного устройства на сегодня. Благодаря своим техническим параметрам компрессоры данных типов применяют во многих сферах промышленности: в машиностроении, пищевой области, химической и других сферах промышленности.

Компрессоры поршневого типа используют для пневмооборудования, которое не требует высокого расхода сжатого воздуха в минуту. Компрессоры данного типа незаменимы также для получения высоких показателей давления сжатого воздуха. Удобны они в использовании, когда планируются частые остановки и, соответственно, частые запуски оборудования. Иными словами, они устойчивы к переходным процессам, как включения / выключения компрессорного оборудования. Компрессоры данного типа несравненно показали себя в отрицательных эксплуатационных условиях (заниженные или завышенные температуры, запыленные среды). Использование их на цементовозах и муковозах не знает альтернатив.

### **7. Технические характеристики поршневых компрессоров**

Технические параметры, которыми обладают различные модификации поршневых компрессоров, значительно отличаются. Поэтому в данном разделе представлены характеристики укрупненно по трем основным группам агрегатов: промышленного применения, газовые и передвижные станции.

Поршневые компрессорные станции промышленного применения работают при давлении 50 бар. Производительность таких агрегатов составляет 350 м<sup>3</sup>/час, мощность 30 кВт при скорости вращения 500 об./мин. Данные установки активно используют на электростанциях, сталелитейных заводах, в военных целях, гидравлических системах, для заправки баллонов.

Основными параметрами работы газовых поршневых компрессорных станций является показатель производительности газового компрессора и мощность. В зависимости от габаритов, такие установки делятся на малые, средние и большие. Таким образом, производительность газовых компрессоров колеблется в диапазоне от 83 до 8098 м<sup>3</sup>/час в зависимости от габаритов. Мощность может составлять от 30 до 600 кВт и тоже зависит от величины компрессора.

Основными техническими параметрами передвижных компрессоров является диапазон давлений, который составляет около 50 бар., производительность (в пределах 37 куб.м) и чистота азота (до 99%), рабочая температура составляет не менее -40°C и не более +40°C.

Выбор наиболее подходящей модели должен осуществляться с учетом отрасли и цели применения, а также условий функционирования.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить устройство и принцип работы.
3. Выполнить эскиз поршневого компрессора
4. Объясните особенности применяемого поршневого компрессора

5. Записать технические характеристики поршневых компрессоров
6. Выполнить отчет

### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 6** **Определение основных параметров компрессора**

### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений определения основных параметров компрессора

### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:- рассчитывать основные параметры компрессора

### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

### **Задание:**

Определить основные размеры и мощность горизонтального компрессора с дифференциальным поршнем, если известно, что  $Q_1 = 10 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$ ;  $P_n = 0,9 \text{ МПа}$ . Охлаждение происходит в промежуточном охладителе до начальной температуры  $t = 25^\circ\text{C}$ .

### **Краткие теоретические сведения:**

*Решение.*

Принимаем количество ступеней  $Z = 2$ . Газовым сопротивлением при входе в цилиндр пренебрегаем.

$$E = z \sqrt{\frac{E_k}{\lambda_E^{z-1}}},$$

где  $E_k = p_n/p_1$ ;  $\lambda_e$  - коэффициент, учитывающий потери давления в промежуточных охладителях. В ориентировочных расчетах можно принять  $\lambda_e = 0,93$  одинаковым для всех ступеней.

Рабочий объем цилиндра определяется площадью поршня и его ходом:

$$V_p = SQ_n$$

Для ступени компрессора, образованной поршнем одного диаметра  $D_1$ ,

$$V_p = 0,785 D_1^2 S.$$

Для ступени, образованной дифференциальным поршнем с диаметрами  $D_1$  и  $D_2$ ,

$$V_p = 0,785 (D_1^2 - D_2^2)S.$$

Рабочий объем цилиндра первой ступени можно определить по формуле:

$$V_p = \frac{Q_1}{\left[1 - a(E^{1/n} - 1)\right] \lambda_m \lambda_\tau n},$$

Где  $\lambda_m = 0,92$ ,  $\lambda_\tau = 0,97$ .

#### **Порядок выполнения работы:**

7. Изучить методические указания по выполнению работы.
8. Выполнить расчет
9. Объясните особенности применяемого роторного компрессора
10. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Т.02.01.01.03 Исполнительная подсистема**

#### **Практическое занятие № 7**

#### **Расчет пневмоцилиндров**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений определять основные параметры пневмоцилиндра

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: выполнять расчет основных параметров пневмоцилиндра

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:**

Выполнить расчет основных параметров пневмоцилиндра

Исходные данные

№ вар.	$L_{тр}, м$	$V, м/с$	$F_{шт}, кН$	$Q, л/мин$	$P_{раб.}, атм$
1	4	20	40	400	8
2	6	17	10	10	4
3	4	15	37	25	6
4	4	17	40	6,3	8
5	7	15	35	160	5
6	4	15	8	40	8
7	4	17	8,5	10	6
8	7	15	12	16	7
9	4	17	4,4	3,2	4
10	7	17	5,5	5	4
11	4	20	35,8	350	6
12	6	15	8	280	5
13	4	20	10	400	8
14	4	17	18	320	4
15	7	15	13	150	3
16	4	15	12	400	8
17	4	17	18	270	4,5
18	7	15	15,7	310	5,9
19	4	17	17	317	7
20	7	15	13	280	5
21	4	15	17	280	4
22	6	15	37	300	6
23	4	15	40	350	5
24	4	15	35	280	5,5
25	7	15	40	300	8

**Краткие теоретические сведения:**

Определение основных параметров пневмоцилиндра.

Определяем диаметр поршня:

$$D_{пор} = \sqrt{\frac{F_{шт}}{0,785P_{раб}\eta_{мех}}}$$

где  $F_{шт}$  - усилие общее на штоке, кН;

$P_{раб}$  - давление сжатого воздуха;

$\eta_{мех}$  - общее КПД,  $\eta_{мех} = 0,85$ .

По ГОСТу 124470-80 принимаем  $D = \dots$  мм, (НПИ 1,с.7)

Определяем диаметр штока:  $d = (0,2 * 0,7)D_{пор}$ ; м;

По ГОСТу 124470-80 принимаем  $d = \dots$  мм.

Усилие, которое может развить гидроцилиндр принятых размеров:

$$F = P_{мех} S_{п} \eta_{мех}, \text{ н}$$

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Произвести расчет основных параметров пневмоцилиндра
3. Разработать чертеж пневмоцилиндра
4. Выполнить отчет

### Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## Т02.01.04 Направляющая и регулирующая подсистема

### Практическое занятие № 8

#### Гидросистема с использованием клапанов давления для последовательного включения

#### Формируемые компетенции:

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений сборки и регулировки гидросистем с использованием клапанов давления для последовательного включения

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь: читать, собирать и регулировать гидросхему с использованием клапанов давления для последовательного включения

**Материальное обеспечение:**

- стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
- комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"
- Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:**

Изучить компоновку, настройку и наладку элементов заданной гидросистемы

**Краткие теоретические сведения:**

Гидросистема с регулированием давления (рис.1) в первом цилиндре и подключением второго цилиндра для выдвигания и возврата. Второй цилиндр регулируется по давлению.

Перед нами на рисунке упрощенная схема зажимного устройства с подачей сверла. На ней представлен принцип гидравлического последовательного включения в зависимости от давления.

На практике необходимо следить за тем, чтобы проводился контроль положения цилиндра и давления с целью получения очередного сигнала, в зависимости от вышеуказанных контролируемых величин. Это на схеме не показано.

4/2 - распределитель 1, приводимый в движение педалью, удерживается в исходном положении с помощью пружины. Оба цилиндра (подача сверла и гидравлический зажим) втянуты. При включении распределителя 1 точка подключения Р соединяется с точкой подключения В, а точка подключения А - с точкой подключения Т. Рабочая жидкость через открытый в исходном положении клапан регулирования давления 2 поступает в цилиндр гидравлического зажима. Цилиндр выдвигается. Канал, соединяющий цилиндр подачи сверла, перекрыт клапаном подключения давления 3. После того, как цилиндр зажимного устройства занял заданное положение, давление нарастает. В цилиндре зажимного устройства устанавливается регулируемое клапаном 2 давление. В линии насос-клапан регулирования давления, давление возрастает до тех пор, пока не достигнет величины, установленной на клапане подключения давления 3.

Когда заданное давление достигнуто, клапан 3 открывается и цилиндр подачи сверла выдвигается со скоростью, установленной на регуляторе потока 5. Возврат цилиндров производится в обратном порядке. Цилиндр зажимного устройства отпускает заготовку только после того, как цилиндр

механизма подачи сверла вернулся в исходное положение. Такая последовательность возврата определяется клапаном подключения давления - 4. После того, как пружина вернула распределитель 1 в исходное положение, начинается возврат цилиндров.

Рабочая жидкость вначале поступает в цилиндр механизма подачи сверла. В этот момент канал, ведущий к цилиндру зажимного механизма, перекрыт клапаном подключения давления 4. Когда цилиндр подачи сверла достигает конечного положения, давление продолжает нарастать. Как только достигается давление, установленное на клапане 4, этот клапан открывает канал цилиндра зажимного механизма и цилиндр начинает возвратное движение. В гидросистеме применяется саморегулирующий насос с компенсацией давления и регулируемой подачей (например, лопастной насос). Таким образом, максимальное рабочее давление устанавливается непосредственно на насосе.

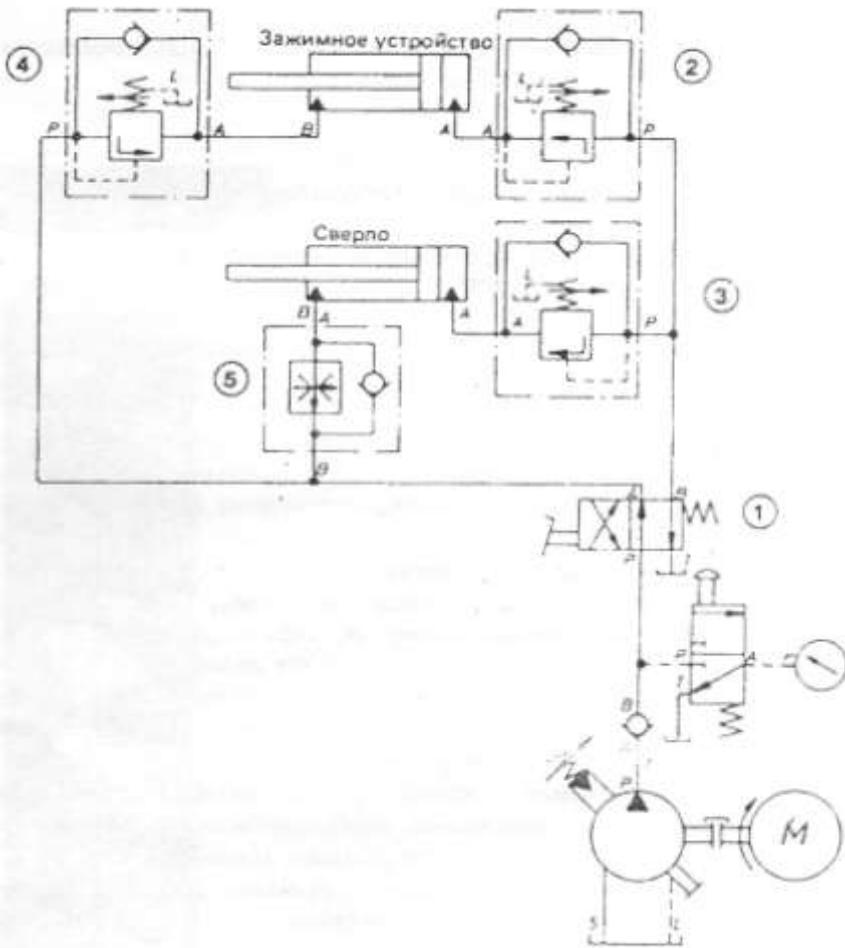


Рисунок 1- Схема гидропривода с использованием клапанов давления

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Вычертить гидросхему
3. Изучить ее устройство и принцип работы.
4. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
5. Объясните:
  - работу гидросистемы при подъёме груза;

- работу гидросистемы при опускании груза;
  - работу элементов гидросистемы при удержании груза.
6. Отметьте особенности используемых клапанов давления в данной схеме.
  7. Нарисуйте развернутую схему регулятора потока.
  8. Нарисуйте на схеме предохранительный клапан, обеспечивающий безаварийную работу насоса.
  9. Объясните отличия редуционного клапана.
  10. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Практическое занятие № 9**

#### **Гидропривод с использованием двойного гидрозамка**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений применения гидросистем с использованием двойного гидрозамка

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: читать, собирать и регулировать гидросхему с использованием двойного гидрозамка

##### **Материальное обеспечение:**

- Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
- стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
- комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и

## автоматизация технологических процессов"

### **Задание:**

Изучить компоновку, настройку и наладку элементов заданной гидросистем

### **Краткие теоретические сведения:**

В ряде случаев для фиксации подвижных элементов гидроцилиндров недостаточно применения традиционных схемных решений, например, применения распределителей серии 44, которые, обеспечивая хорошее торможение, не обеспечивают длительное удержание подвижных частей гидроцилиндра под нагрузкой.

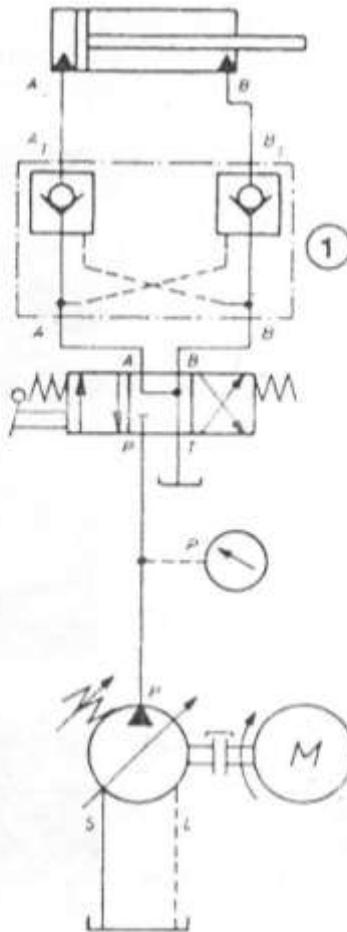


Рисунок 1 – Схема применения двойного гидрозамка

Если необходимо гарантированно зажать гидроцилиндр (см. рис. 1) в обоих направлениях движения, зафиксировав его в нужном положении, применяется двояный управляемый обратный клапан 1 (или двойной гидрозамок) с деблокировкой в обоих направлениях. Данная схема применяется в различных подъемниках и кранах, например, для стабилизации стрелы крана или подъемника военного применения в период пуска объекта. Когда распределитель находится в положении, изображенном на схеме, цилиндр невозможно сдвинуть с места усилием извне.

В зависимости от направления приложения силы левый или правый

гидрозамок герметически перекрывает отток рабочей жидкости.

Для выдвижения или возврата гидроцилиндра из подводящей стороны включается расположенный в магистрали слива гидрозамок.

Когда распределитель занял нейтральное положение, следует обратить внимание на то, чтобы обе точки подключения деблокируемых гидрозамков были разгружены в направлении магистрали бака. Только тогда можно обеспечить быстрое и точное закрытие конуса клапанов и герметичность перекрытий.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Вычертить гидросхему
3. Изучить ее устройство и принцип работы.
2. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
3. Объясните особенности применяемого гидрораспределителя, область применения двойного гидрозамка.
4. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Практическое занятие № 10**

#### **Гидравлическая система с дифференциальным включением цилиндра**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений применения гидросистем с дифференциальным включением цилиндра

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: применять гидросхему с дифференциальным включением цилиндра

**Материальное обеспечение:**

- стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
- комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"
- Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:** Собрать и настроить гидросхему с дифференциальным подключением гидроцилиндра

**Краткие теоретические сведения**

Широко распространена так называемая дифференциальная схема включения гидроцилиндра (см. рис. 1). Особенностью этой схемы является то, что в полости штока 1 цилиндра постоянно находится сжатая рабочая жидкость, а полость поршня 2 через трехходовой распределитель 3 нагружается или разгружается в направлении бака.

Отношение действующих на шток поршня сил соответствует отношению площадей сторон поршня и штока. Отсюда и название «дифференциальная схема».

Эта схема применяется в гидравлических зажимах с малогабаритными насосами. При выдвигании штока поршня рабочая жидкость 4 вытесняется из полости штока и вместе с рабочей жидкостью насоса 5 подается на противоположную сторону в полость поршня.

Разумеется, при применении подобной схемы следует помнить, что усилие штока поршня соответствует разности площадей поверхности поршня и кольцевой поверхности поршня, иными словами, это усилие соответствует площади штока поршня.

Если выбранное нами отношение площадей кольцевой поверхности поршня и поверхности поршня составляет 1:2, то скорость выдвигания и скорость возврата штока поршня дифференциального цилиндра одинаковы.

В этом состоит преимущество данной схемы.

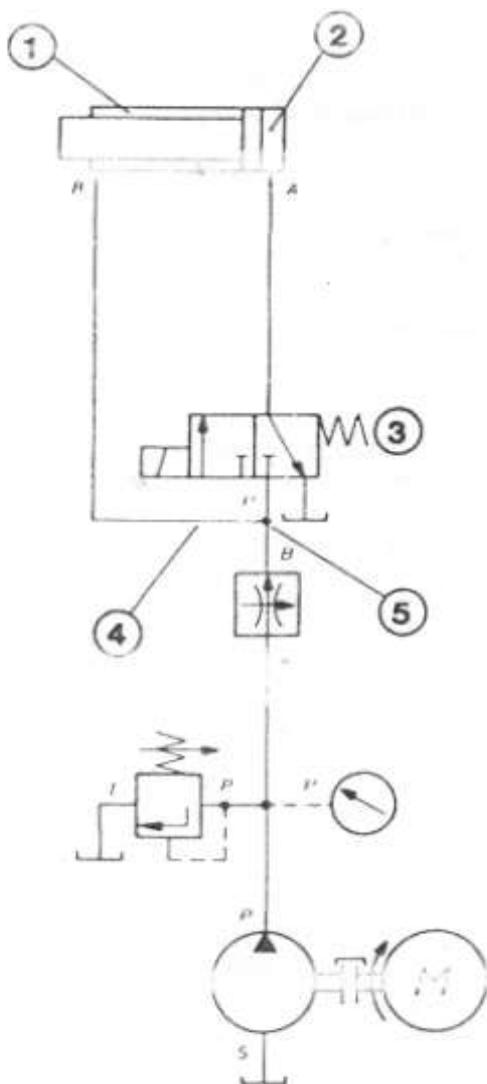


Рисунок 1 – Схема включения дифференциального гидроцилиндра

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Вычертить гидросхему.

3. Изучить ее устройство и принцип работы.
4. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
5. Объяснить особенности включения дифференциального гидроцилиндра и расчетные зависимости по определению усилий при движении штока вправо и влево.
6. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 11**

**Гидравлическая система с параллельным включением распределителей**

**Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений применения гидравлической системы с параллельным включением гидрораспределителей.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь: применять гидравлическую систему с параллельным включением гидрораспределителей.

**Материальное обеспечение:**

- стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
- комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"
- Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:**

Изучить работу и собрать на стенде схемы гидропривода с параллельным включением гидрораспределителей.

## Краткие теоретические сведения

На рисунке 1 представлена гидросистема с параллельным включением нескольких распределителей.

Насос 1, подача которого регулируется с помощью регулирующего двигателя 2, всасывает отфильтрованную жидкость и подает ее в соседнюю гидросистему.

Через магистральные ответвления и распределители 5, 6 и 7 рабочая жидкость поступает в гидроцилиндры 8, 9 и 10.

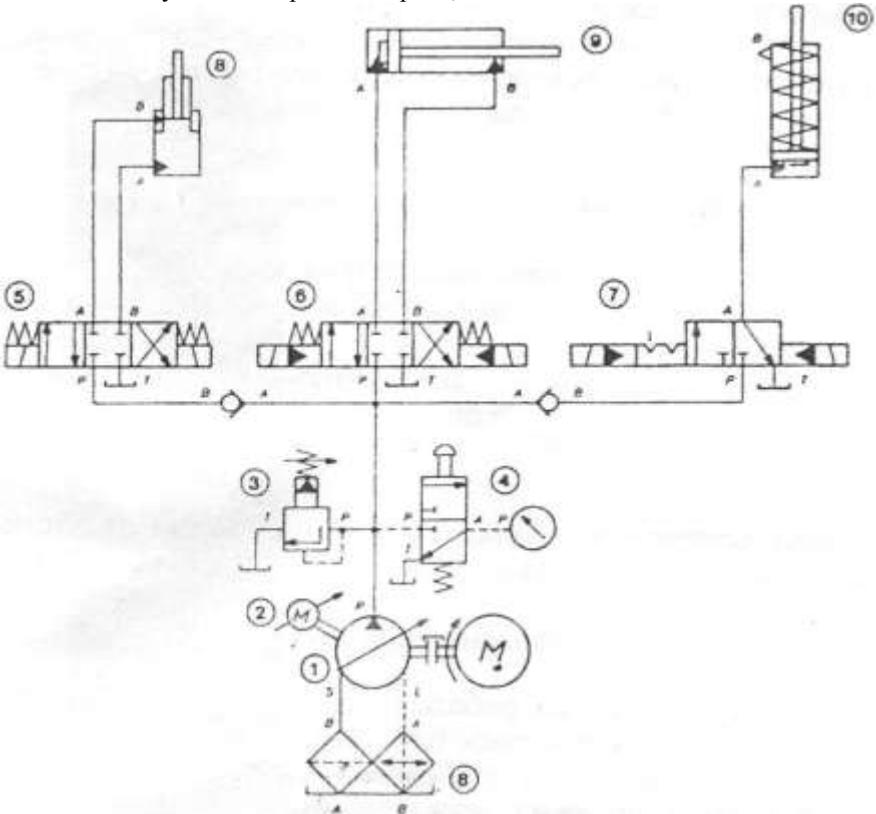


Рисунок 1 – Гидросистема с параллельно включенными распределителями

Распределители и, следовательно, потребители расположены параллельно.

На схеме распределители 5 и 6 в нейтральном положении перекрывают точки подключения P, A, B и T.

Когда распределитель 7 находится в правом положении, точка подключения Р закрыта. Клапан ограничения давления 3 регулирует давление в гидросистеме перед распределителями, величина которого снимается нажатием клавиши 3/2-распределителя 4 на манометре.

В качестве потребителей на схеме изображены телескопический гидроцилиндр двустороннего действия 8, дифференциальный гидроцилиндр 9 с постоянным демпфированием поршня и гидроцилиндр одностороннего действия и возвратной пружиной 10.

При параллельном включении несколько цилиндров могут двигаться одновременно лишь в том случае, если имеется достаточное количество рабочей жидкости, с помощью которой можно поддерживать необходимое рабочее давление. В противном случае давление устанавливается по минимальному сопротивлению, то есть вначале выдвигается цилиндр с минимальным давлением.

Когда первый цилиндр достиг конечного положения, давление нарастает, достигая величины, требуемой для выдвижения следующего цилиндра. Выдвижение цилиндров происходит поочередно в зависимости от давления, требуемого для преодоления нагрузки.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Вычертить гидросхему.
3. Изучить ее устройство и принцип работы.
4. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
5. Указать типы гидроцилиндров и типы используемых распределителей.
6. Принцип работы гидросистемы.
7. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Т.02.01.01.08 Типовые схемы объемных гидроприводов**

#### **Практическое занятие № 12**

#### **Чтение схем гидро и пневмоприводов возвратно-поступательного движения**

### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений и навыков читать и собирать принципиальные гидравлические и пневматические схемы различных типов

### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

читать принципиальные гидравлические и пневматические схемы различных типов оборудования

### **Материальное обеспечение:**

- стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
- комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"
- Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:** разобрать назначение, принцип работы гидро/ пневмо схем различных типов, собрать и настроить гидросхему.

### **Краткие теоретические сведения**

Одним из распространенных способов синхронизации хода гидравлических цилиндров является так называемый "гидравлический боуденовский трос". Правда, применение боуденовского троса связано с определенными затратами (дополнительные датчики и т.п.).

Два гидроцилиндра (см. рис.) одинаковых размеров со сплошными поршневыми штоками последовательно подключаются друг к другу. Благодаря этому второй цилиндр повторяет движение первого цилиндра, на который подается давление насоса. Поскольку обе, последовательно включенные, полости цилиндров столб жидкости только перемещают, ход цилиндров, вследствие внутренних, а возможно и внешних, утечек без подпитки может измениться.

Во избежание нежелательных последствий такого изменения хода поршней полость "боуденовского троса" с помощью расположенного справа 4/3-распределителя 2 через каждый ход соединяется кратковременно с магистралью подачи насоса или бака. Неравномерный ход поршня имеет следующие причины:

а) левый цилиндр первым возвращается в верхнее конечное положение и включает концевой выключатель 3.

Причина: недостаток жидкости между цилиндрами. Способ устранения: с помощью левого концевой выключателя 3 включить магнит а распределителя 2. Рабочая жидкость будет поступать в магист-

раль управления до тех пор, пока правый цилиндр также не включит концевой выключатель. Магнит а снова отключается;

б) правый цилиндр первым возвращается в верхнее конечное положение и включает концевой выключатель 4.

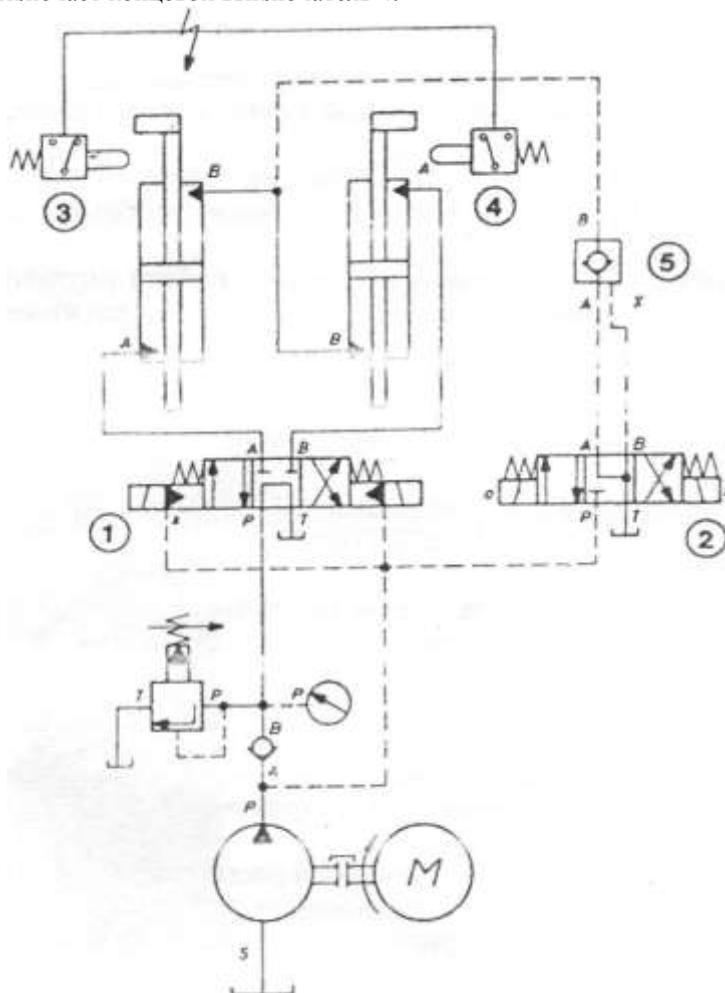


Рисунок 1 - Гидравлическая схема с использованием «бууденовского» троса

Причина: избыток жидкости между цилиндрами. Способ устранения: с помощью правого концевой выключателя 4 включить магнит b в распределителя 2. Этим открывается гидравлически деблокируемый обратный клапан

5 и жидкость стекает до тех пор, пока левый цилиндр также не займет конечное положение.

С помощью левого концевого выключателя 3 магнит **b** отключается

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Вычертить гидросхему.
3. Изучить ее устройство и принцип работы.
4. Выписать название и назначение каждого элемента схемы.
5. Объяснить особенности включения дифференциального гидроцилиндра и расчетные зависимости по определению усилий при движении штока вправо и влево.
6. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Т.01.09 Гидропривод металлургического производства**

#### **Практическое занятие № 13**

#### **Изучение гидроприводов доменного производства**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений читать принципиальные гидросхемы доменного производства.

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- применять гидросхему привода воздухонагревателей доменной печи

#### **Материальное обеспечение:**

1. Принципиальные гидросхемы доменного производства ПАО ММК.

2. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:**

Изучить работу гидропривода воздухонагревателей

**Краткие теоретические сведения**

В воздухонагревателях доменных печей гидравлическими приводами оснащены клапаны горячего и холодного дутья, дымовые, отсечной у газовой горелки, перепускные, отсечной на смесительном воздухопроводе.

Принципиальная схема приведена на рис. 1.

Насосная станция оснащена двумя маслобаками 1 (один резервный), двумя пластинчатыми насосами 3 типа Г12-25 с производительностью по 140 л/мин и одним насосом 4 типа г12-24 с производительностью 70 л/мин. Защита насосов и линии нагнетания от перегрузки осуществляется предохранительными клапанами 2 и 5. Пневмогидравлический аккумулятор 15 предназначен для разовой аварийной перекидки клапанов воздухонагревателей в случае обесточивания гидросистемы. Его верхняя часть соединена с тремя азотными баллонами 6 (показан один баллон). В линии нагнетания насосов установлены обратные клапаны 16.

Из линии нагнетания рабочая жидкость через включенный распределитель 10 и гидрозамок 11 поступает в гидроцилиндр 12 привода клапана горячего дутья, а через включенный распределитель 14-в гидроцилиндр 13 привода дымового клапана.

На каждом из четырех воздухонагревателей доменной печи номер 9 КрМК гидравлическими приводами оснащены :три дымовых клапана, клапана холодного дутья диаметром 1600мм ; перепускной клапан холодного дутья диаметром 300мм; перепускной клапан дымовой диаметром 600 мм ; отсечной клапан у газовой горелки диаметром 2000мм ;клапан горячего дутья диаметром 200 мм. Кроме того, гидравлический привод применен на отделительном клапане диаметром 1300мм и отсечном на смесительном воздухопроводе. Всего 34 механизма воздухонагревателей оснащены гидравлическими приводами ,которые снабжаются рабочей жидкостью от одной насосно-аккумуляторной станции ,расположенной между вторым и третьем воздухонагревателями на площадок газовых горелок. Гидросистема работает в автоматическом режиме в общем цикле перекидки клапанов воздухонагревателей.

Насосная станция состоит из двух баков объемом 2м<sup>3</sup> каждый, пяти лопастных насосов БГ 12-24 (три работают , а два в резерве), пяти предохранительных клапановМКПЭ-32 и пяти обратных клапанов Г51-25, двух азотно-маслянных баллона вместимостью V=320л, восьми азотных баллонов (V=40л) и предохранительного клапана МКП-32. Пневмогидравлическая аккумуляторная установка предназначена для разовой аварийной перекидки

клапанов воздухонагревателей в случае обесточивания системы, а также для уменьшения пульсации давления. Предохранительные клапаны настроены на давление рабочей жидкости 8МПа.

Очистка рабочей жидкости (минерального масла) осуществляется двумя фильтрами 0,08 Г41-24 грубой очистки и фильтром ФП7 с тонкостью очистки 25 мкм, установленным в независимой ветви фильтрации. Кроме того, на всасывающей линии насосов установлено четыре фильтра 0,08 Г 42-36 с тонкостью фильтрации 80 мкм и на сливе установлен магнитный фильтр ФМ8.

В линии слива установлен магнитный фильтр ФМ-7. Дополнительно рабочая жидкость очищается в независимом контуре циркуляции, состоящем из насоса 7 типа БГ11-24 производительностью 70 л/мин, двух фильтров 9 типа 0,08Г41-24 с тонкостью фильтрации 80 мкм и фильтра 17 типа ФП7 (25-25)/200 с тонкостью фильтрации 25 мкм.

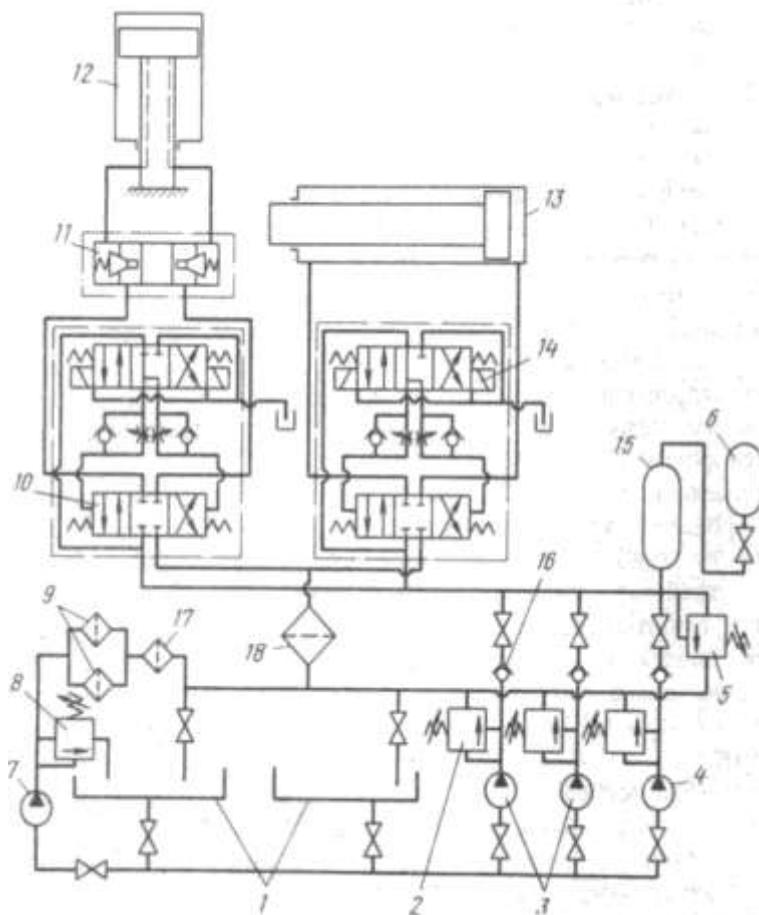


Рис. 1 - Гидросхема привода некоторых механизмов воздухонагревателей доменной печи

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Прочитать гидросхемы (рисунок 1,2,3).
3. Выписать наименования всех элементов гидросхемы, их назначение.
4. Записать принцип работы гидросхемы.
5. Сделать вывод.

### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 14**

### **Изучение гидроприводов сталеплавильного производства**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений читать принципиальные гидросхемы сталеплавильного производства

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- читать гидросхемы сталеплавильного производства

#### **Материальное обеспечение:**

1. Принципиальные гидросхемы сталеплавильного производства ПАО ММК
2. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:**

Изучить работу привода верхнего ролика тянущеправильной машины и поворотного лотка машин непрерывного литья заготовок

**Краткие теоретические сведения**

На МНЛЗ гидроприводом осуществляется перемещение сталеразливочного и промежуточного ковшей, поворотных лотков механизма уборки и хранения затравки, подъем и опускание верхних роликов тянуще-плавильных машин, работа гидронутиц для порезки заготовки. На рис. 1 приведен гидросхема привода верхнего ролика тянущеправильной машины и поворотного лотка. От насосно-аккумуляторной станции рабочая жидкость через дроссель 1 проходит к гидрораспределителю 2 с электрогидравлическим управлением, с помощью которого рабочая жидкость либо подводится в поршневую полость гидроцилиндра 3 привода верхних роликов (при подъеме), либо эта полость соединяется со сливом (при опускание).

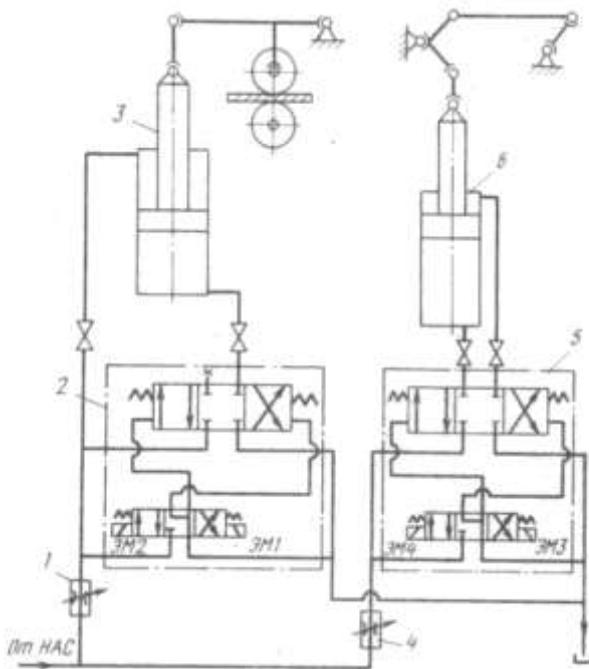


Рис. 1 - Гидросхема привода верхнего ролика тянущеправильной машины и поворотного лотка машин непрерывного литья заготовок

Штоковая полость гидроцилиндра 3 постоянно соединена с напорной магистралью. Одновременно рабочая жидкость через дроссель 4 подводится к гидрораспределителю 5, который управляет перемещением штока гидроцилиндра 6, осуществляющего привод поворотных лотков.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Прочитать гидросхемы (рисунок 1,2,3).
3. Выписать наименования всех элементов гидросхемы, их назначение.
4. Записать принцип работы гидросхемы. Для этого для каждого гидродвигателя записать движение потока при реверсивном движении.
5. Сделать вывод.

#### Форма представления результата:

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 15**

### **Изучение гидроприводов прокатного производства**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений читать принципиальные гидросхемы прокатного производства

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- читать гидросхемы прокатного производства

#### **Материальное обеспечение:**

1. Принципиальные гидросхемы прокатных цехов ПАО ММК
2. Методические указания по выполнению практических занятий

#### **Задание:**

Изучить работу гидроприводов прокатных цехов ПАО ММК

### **Краткие теоретические сведения**

Современное оборудование прокатных цехов оснащено большим количеством гидроприводов, широко применяемых для осуществления противоизгиба рабочих валков, уравнивания шпинделей, перевалки валков; в нажимных устройствах, кантователях, манипуляторах; для подъема и передвижения балок нагревательных печей; линии продольной резки и др.

На рис. 1 приведена гидросхема нажимного устройства стана 250/750х500 холодной прокатки. Из бака 1 лопастными насосами 2 типа Г12-24 (один резервный) рабочая жидкость под давлением до 6,3 МПа подается через обратные клапаны 4 и фильтр тонкой очистки 5 в линию нагнетания. Защита всех насосов обеспечивается предохранительными клапанами 3. Аксиально-поршневые насосы 15 типа НА16/320М (один работает, два в резерве) подает жидкость под давлением до 22 МПа в линию нагнетания через фильтр 10. Таким образом, под давлением рабочей жидкости будут находиться штоковая полость силового гидроцилиндра 6 нажимного устройства и магистраль до следующего золотника 7. Для обеспечения подъема поршня гидроцилиндра 6 необходимо

золотник 7 сдвинуть вниз. Эта операция осуществляется следующим образом: включается шаговый электродвигатель 8, что приводит к перемещению золотника 7 вниз и соединению напорной магистрали высокого давления с поршневой полостью гидроцилиндра 6.

Движение поршня гидроцилиндра продолжается до тех пор. Пока золотник не займет нейтральное положение. При вращении шагового электродвигателя в противоположную сторону золотник перемещается вверх, соединяет поршневую полость гидроцилиндра 6 с баком и осуществляется опускание его поршня.

Предохранительным клапаном 9 обеспечивается защита штоковой полости гидроцилиндра 6 от чрезмерного повышения давления. В линии нагнетания высокого давления установлены два гидропневмоаккумулятора 11 типа АРХ 16/320. Фильтром 12 осуществляется очистка в сливаемой в бак жидкости. Кроме того, имеется независимая система фильтрации, состоящая из фильтра 13, насоса 14 и предохранительного клапана.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Прочитать гидросхему (рисунок 11).
3. Выписать наименования всех элементов гидросхемы, их назначение.
4. Записать принцип работы гидросхемы.
5. Сделать вывод.



## **Т.02.01.01.10**

### **Системы смазки гидро и пневмосистемы технологического оборудования**

#### **Практическое занятие № 17**

#### **Изучение принципиальных схем централизованных циркуляционных систем смазки оборудования**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений пользоваться централизованными циркуляционными системами смазки оборудования

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**  
читать гидросхемы систем смазки оборудования

##### **Материальное обеспечение:**

1. Принципиальные гидросхемы систем смазки оборудования ПАО ММК
2. Методические указания по выполнению практических занятий

##### **Задание:**

Изучить гидросхему систем смазки оборудования

#### **Краткие теоретические сведения**

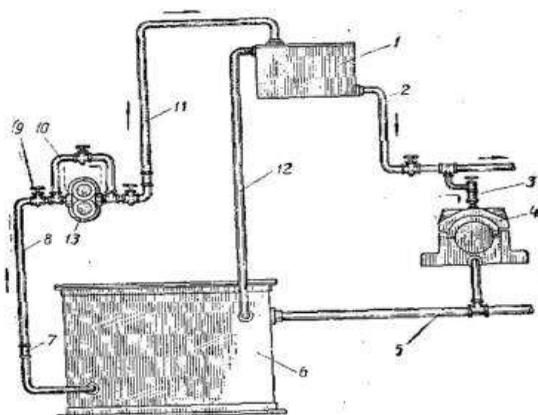


Рисунок 1 – Схема проточно-циркуляционной смазки

В циркуляционной системе смазки масло, поступающее на трущиеся поверхности, омывает, смазывает и охлаждает их, а затем, унося с собой частицы износа по сливной трубе, возвращается обратно в резервуар. Таким образом, одно и то же масло автоматически многократно циркулирует в замкнутой цепи. Различают два вида такой подачи масла — непрерывную, создаваемую самотеком, за счет разности уровней расположения масляного резервуара и смазываемых точек, и циркуляционную, при которой все движение масла в цепи осуществляется принудительным давлением, развиваемым насосом.

На рис. 1 изображена схема расположения смазочных устройств и смазываемых точек при системе смазки под давлением, за счет собственного веса масла, находящегося в баке 1, расположенном выше трущихся поверхностей. Из резервуара 6 масло перекачивается шестеренчатым насосом 13 в бак 1, а оттуда самотеком через питательный маслопровод 2 и капельную масленку 3 поступает в подшипники 4. Из подшипника масло стекает в нижнюю часть его корпуса и далее через трубопровод, сливную магистраль 5 и фильтр, установленный в резервуаре 6, возвращается в его правую часть. Поток масла, нагнетаемого насосом в бак 1, регулируется запорными вентилями 9, установленными на всасывающем 8, нагнетательном 11 и обводном 10 маслопроводах. Для предупреждения возвратного движения масла при остановке насоса вмонтированы обратные клапаны 7.

В случае переполнения бака 1 масло по трубе 12 будет сливаться через фильтр в резервуар 6. Питательный маслопровод 2 в схеме играет роль распределителя масла по смазываемым точкам, оборудованного регулируемые капельными масленками 3 с маслоуказателями. Для подвода масла от одного источника к нескольким смазываемым точкам применяются регули-

руемые и нерегулируемые маслораспределители, встраиваемые в смазочную систему между источником и трущимися поверхностями.

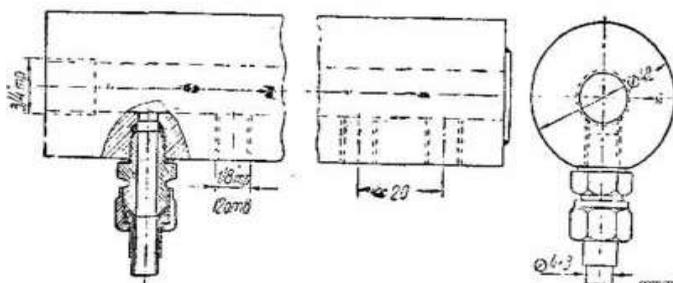


Рисунок 2 - Нерегулируемый маслораспределитель из трубы

На рис.2 показан нерегулируемый маслораспределитель, применяемый при непрерывной подаче масла самотеком. Он изготовлен из трубы, заглушённой с одного конца, а с другого присоединяемой к маслопроводу. Все отводящие трубки направлены вниз вертикально или наклонно. Количество масла, подаваемого через каждую трубку, устанавливается при монтаже оборудования, путем подбора диаметра трубки и величины выходного отверстия на конце ее. Этот способ подачи масла применяется для большинства металлорежущих станков.

Для смазки отдельных узлов, например коробки скоростей станка, используются насосы, встроенные в станину (рис.3).

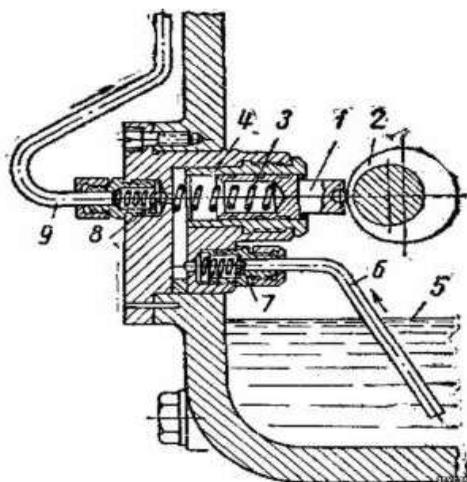


Рисунок 3 - Плунжерный насос для циркуляционной смазки: 1 — плунжер; 2 — эксцентрик, насаженный на вал механизма; 3 — пружина, прижимающая плунжер к эксцентрику; 4 — цилиндр плунжера; 5 — маслосборник; 6 — всасывающий маслопровод; 7 и 8 — обратный шариковый клапан; 9 — нагнетательный маслопровод.

Плунжерные насосы могут подавать масло при обоих направлениях вращения вала непрерывно, так как нагнетание происходит за один ход плунжера, а за обратный — всасывание. Число двойных ходов рекомендуется принимать не более 800 в мин. и не менее 3 мм длины хода, в противном случае не будет происходить засасывания масла. Такие насосы целесообразно применять при небольшом количестве масла, подаваемого под высоким (до 100 кг/см<sup>2</sup>) давлением. Циркуляционная система смазки, при которой масло из масляного бака насосом нагнетается в узлы трения, схематично изображена на рис.4.

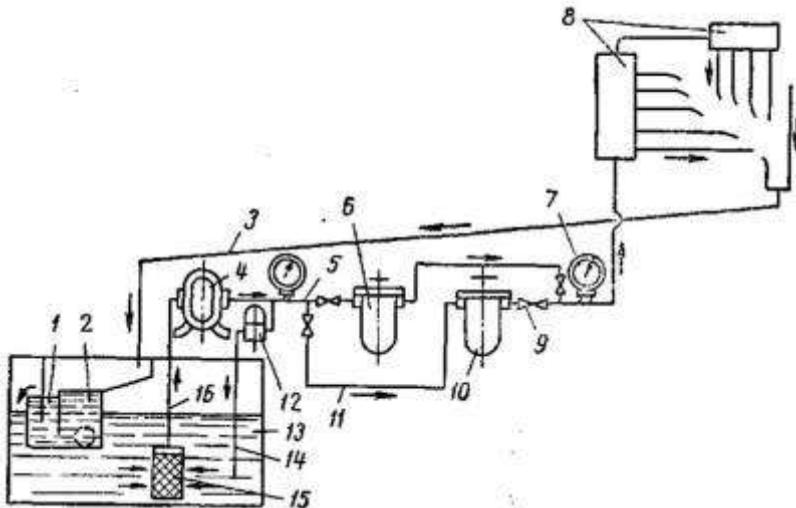


Рисунок 4 – Схема циркуляционной непрерывной смазки

Масло из маслосборника 13 через фильтр 15 и присоединенный к нему маслопровод 16 засасывается шестеренчатым насосом 4 и по маслопроводу 5 попадает в распределители 8, а от них к смазываемым точкам. Между шестеренчатым насосом и маслораспределителями в маслопровод 5 вмонтирован фильтр 6 с двумя манометрами 7, а также присоединены обводной маслопровод 11 с фильтром 10 и маслопровод 14 с 1 перепускным клапаном 12. Фильтры служат для очистки масла, и нагнетаемого насосом.

Постоянно работает один фильтр б, второй фильтр 10 включается только на время прочистки или ремонта основного фильтра б. При работе системы с фильтром 10 масло минует выключенный участок маслопровода 5 и (проходит по обводному маслопроводу 11, для включения и выключения которого установлены запорные краны 9. Отработанное масло стекает по сливному маслопроводу 3 в отстойник 2, установленный внутри маслосборника. Отстойник имеет два отсека 1: в первый (справа) поступает масло из сливного маслопровода, а из второго, пройдя под перегородкой, сливается в маслосборник 13. При подаче масла одновременно в несколько мест смазки с различной дозировкой можно применять трубчатый маслораспределитель с прикрепленными к трубе на резьбе регулируемыи дозирующими клапанами. Конструкция такого клапана показана на рис.5.

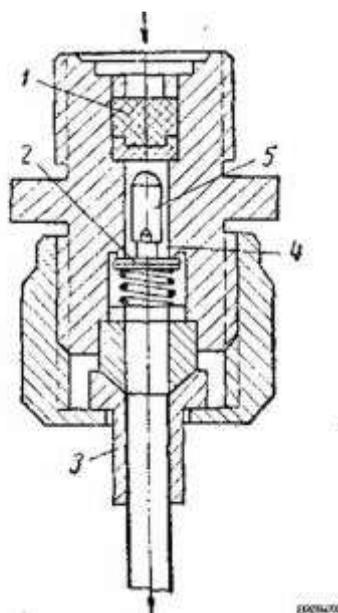


Рисунок 5 - Дозирующий клапан для централизованной жидкой смазки.

Масло в клапан поступает под давлением сначала в сетчатый фильтр 1, затем, открыв силой давления тарельчатый клапан 2, проходит в отводящий маслопровод 3. Доза масла, подаваемого к трущимся поверхностям, зависит от величины кольцевого зазора между стенками канала 4 и дозирующим штифтом 5 и регулируется путем подбора диаметра последнего. Обратный клапан 2, находясь под действием пружины, не пропускает масла в случае падения давления. Циркулирующее в системе масло необходимо непрерывно освобождать от загрязнений и воды, для этого масляные баки

оборудуются сетчатыми фильтрами и отстойниками. Последние представляют собой сварные резервуары и могут устанавливаться, как отдельно стоящие баки. Иногда для улучшения процесса отстаивания масла оно подогревается паром, электрическим током или выхлопными газами до 70—80°, что способствует более быстрому оседанию механических частиц и воды на дне отстойника. Отстойники непрерывного действия при большой емкости делятся перегородками на отсеки (рис.4), в которых масло самотеком переливается через перегородки, оставляя в каждой из них часть механических примесей. Для циркуляционной системы смазки широко применяются шестеренчатые насосы (рис.6), в них всасывающая полость располагается всегда со стороны выхода зубьев из зацепления, а нагнетающая — со стороны входа их в зацепление.

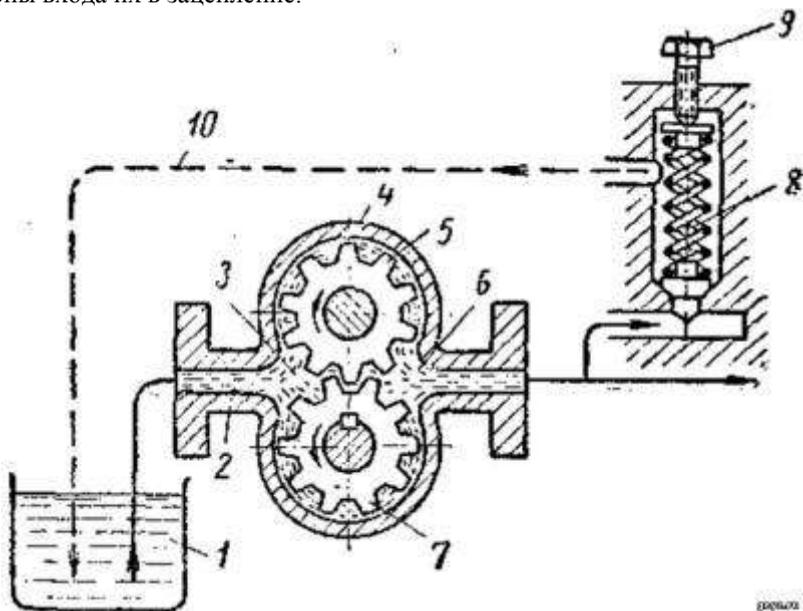


Рисунок 6 - Схема установки шестеренчатого насоса: 1 — масляный бак; 2 — приемный патрубок; 3 — всасывающая полость; 4 — корпус; 5 — ведомая шестерня; 6 — нагнетательная полость; 7 — ведущая шестерня; 8 — перепускной клапан; 9 — регулировочный винт клапана; 10 — сливной маслопровод.

При давлении до 13 кг/см<sup>2</sup> расчетная производительность насосов конструкции харьковского завода «Гидропривод», измеряемая количеством литров масла, нагнетаемого ими в одну минуту, составляет от 5 до 125 л при

наибольшем числе оборотов 1450. Обычно в циркуляционной системе рабочее давление не превышает  $3\text{--}4 \text{ кг/см}^2$ , перепускной клапан, будучи отрегулирован на это давление, при его увеличении срабатывает и возвращает нагнетаемое масло обратно в масляный бак 1 через сбрасывающий маслопровод 10. При повороте винта 9 вправо давление клапана увеличивается, а при повороте влево — уменьшается. Во избежание самовольной регулировки клапана он сверху закрывается колпаком, который не разрешается вскрывать обслуживающему рабочему.

Ввиду утечек масла, которые при быстром износе насоса весьма значительны, рекомендуется выбирать насос с производительностью на 50—70% больше расчетной. К насосам, которые могут быть встроены в смазываемый механизм, относится лопастный насос, он может устанавливаться и отдельно при наличии кронштейна I.

В корпусе 2 насоса эксцентрично расположен ротор 3, при вращении которого подпружиненные лопатки 4 захватывают поступающее из всасывающего маслопровода 5 масло и вытесняют его в нагнетательную магистраль 6. Производительность насоса при эксцентricитете 2,5 мм и давлении до  $3 \text{ кг/см}^2$  приблизительно равна 0,6 л/мин на каждые 100 оборотов ротора. Высота всасывания, во избежание подсоса наружного воздуха, берется не более 0,5 м при 1000 об/мин., т. е. насос следует устанавливать ближе к масляному баку. Фильтрующие устройства включаются в циркуляционную систему, как правило, после насоса и служат для отделения из масла твердых частиц, волокон и других механических включений. Широкое распространение получили щелевые (пластинчатые) фильтры, снабженные устройством для самоочистки. Ширина щели, т. е. величина зазоров между дисками в патроне, от 0,08 до 0,2 мм, поэтому механические частицы величиной больше этих размеров остаются на внешней поверхности патрона, более мелкие — лишь частично застревают в его щелях, а остальные проходят с потоком фильтруемого масла, что и определяет степень очистки. Для прочистки щелей патрона его следует несколько раз повернуть за маховичок вручную, в любом направлении. При прохождении через любой фильтр масло преодолевает сопротивление фильтрующего элемента, поэтому манометр перед фильтром показывает всегда большее давление, чем манометр за фильтром. Такой перепад давления считается нормальным до  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , большая величина перепада на манометре, установленном после фильтра, сигнализирует о его засоренности, и фильтр требуется немедленно прочистить.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Прочитать гидросхему (рисунок 11).
3. Выписать наименования всех элементов гидросхемы, их назначение.
4. Записать принцип работы гидросхемы.

## 5. Сделать вывод.

### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 18 Изучение систем густой смазки**

### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:** формирование умений читать принципиальную гидросхему густой смазки оборудования

### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- пользоваться системами густой смазки

### **Материальное обеспечение:**

- 1 Методические указания по выполнению практических занятий
- 2 Принципиальные схемы систем густой смазки оборудования оборудования ПАО ММК

### **Задание:**

Изучить системы густой смазки оборудования оборудования ПАО ММК

### **Краткие теоретические сведения**

- Централизованные автоматические системы густой смазки

При подаче смазки к большому числу узлов трения и при частых циклах работы применяют централизованные автоматические системы густой смазки.

Петлевые системы густой смазки применяют при компактном расположении смазываемых механизмов или при очень частой подаче смазки (через 15 – 30 мин). Автоматическая система густой смазки петлевого типа (рис. 25) состоит из автоматической станции густой смазки с реверсивным золотниковым распределителем с гидравлическим управлением, к которому подключены четыре магистральных трубопровода, подающие смазку к питателям и образующие две замкнутые петли. Каждая петля состоит из участка трубопровода, по которому смазка поступает от реверсивного золотникового распределителя к питателям (магистралей I и II), и участка трубопровода (магистралей III и IV), по которому смазка возвращается к нему. Перед по-

ступлением смазки в подающую магистраль она проходит через сетчатый фильтр типа ФСГ.

Через установленные промежутки времени командно-пневматический прибор КЭП-12У включает электродвигатель, приводящий в движение одноплунжерный насос станции. Смазка начинает поступать в одну из напорных магистралей, например I. После срабатывания всех питателей давление в напорном и обратном трубопроводах начинает быстро повышаться. Достигнув определенного давления, установленного заранее для данной системы, смазка переключает реверсивный золотник и магистраль II окажется подключенной к насосу, а магистраль III – к резервуару станции. Одновременно конечный выключатель выключит электродвигатель. Следующий цикл работы произойдет после нового включения двигателя прибором КЭП-12У.

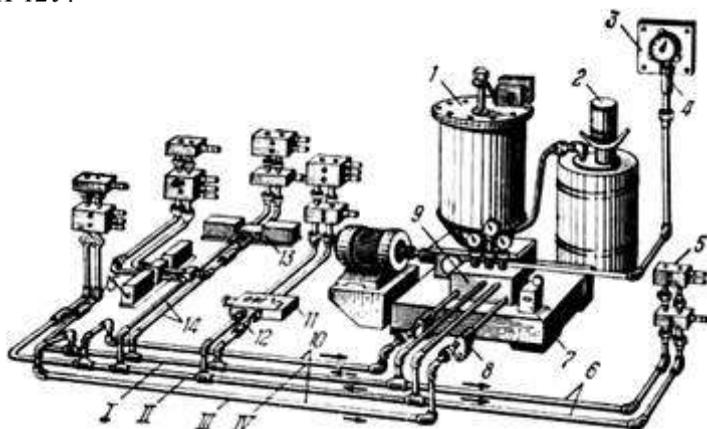


Рисунок 1 - Схема автоматической централизованной системы густой смазки петлевого типа

1 – станция густой смазки петлевого типа; 2 – насос перекачной НППШГ-200; 3 – самопишущий манометр МТС-710; 4 – разделитель РМ; 5 – двухлинейные питатели; 6 – подающие магистральные трубопроводы; 7 – конечный выключатель; 8 – фильтр ФСГ; 9 – гидравлический реверсивный распределитель; 10 – возвратные магистральные трубопроводы; 11 – четырехходовый золотник с ручным управлением; 12 – обратный клапан КОГ-15; 13 – четырехходовый золотник с электрическим управлением. 14 – ответвления от магистрального трубопровода к питателям; 15 – золотник с электромагнитным управлением типа ЗЭГ-15

Работа станции контролируется при помощи самопишущего манометра типа МТС-710, подключенного к распределителю через мембранный распределитель типа РМ.

Конечные системы густой смазки (рис. 26) применяют при линейном расположении смазываемого оборудования. При этом магистрали могут иметь значительную протяженность. Конечные системы по сравнению с петлевыми имеют преимущества: у них более простая разводка магистральных трубопроводов, не требуется возвратных магистралей.

Конечные системы густой смазки отличаются от петлевых устройством распределителя, наличием клапана давления КДГ и, следовательно, электрическими схемами управления.

Системы состоят из станций густой смазки с электрическим распределителем, фильтров типа ФСГ, питателей, магистральных трубопроводов, клапана давления типа КДГ.

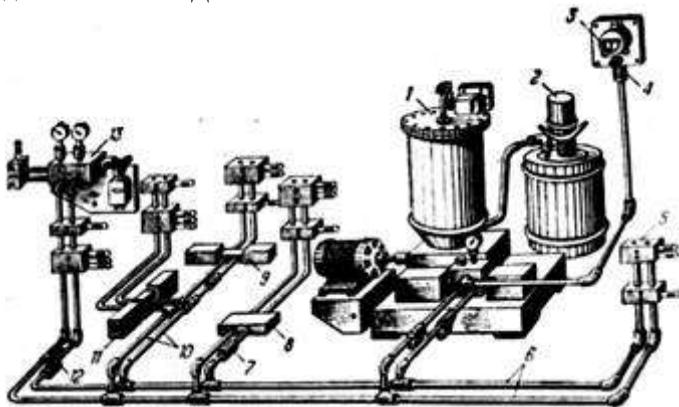


Рис. унок 2 - Схема автоматической централизованном системы густой смазки конечного типа

– автоматическая станция конечного типа; 2 – перекачной насос НППШГ-200; 3 – самопишущий манометр МТС-710; 4 – разделитель РМ; 5 – двухлинейные питатели; 6 – магистральные трубопроводы; 7 – обратный клапан КОГ-15; 8 – четырехходовый золотник с ручным управлением; 9 – четырехходовый золотник с электромагнитным управлением; 10 – трубопроводы к питателям; 11 – золотник с электромагнитным управлением типа ЗЭГ-15; 12 – фильтр ФСГ; 13 – клапан давления КДГ

Принцип работы автоматической централизованном системы густой смазки

Через установленные промежутки времени командно-пневматический прибор КЭП-12У включает электродвигатель, приводящий

насос станции. Из насоса смазка поступает в электрический распределитель, на выходе которого установлены сетчатые фильтры. Под давлением смазки срабатывают питатели. Срабатывание всех питателей гарантируется клапаном давления КДГ, который устанавливается в конце наиболее длинного ответвления магистрали. В конечной системе может быть несколько ответвлений примерно одинаковой длины. В конце каждого ответвления устанавливается клапан давления, а соединенные с ним конечные выключатели блокируются так, что переключение электрораспределителя и выключение электродвигателя насоса произойдет только после срабатывания всех конечных выключателей. При переключении клапана давления замыкается контакт конечного выключателя, входящего в состав этого клапана.

Если в системе имеются ответвления, предназначенные для смазки узлов трения с малым потреблением смазки и не требующие подачи смазки при каждом цикле работы станции, для их отключения применяют линейные распределители типа ЗЭГ.

○ *Эксплуатация централизованных систем густой смазки*

Независимо от типа установки к эксплуатации систем густой смазки предъявляют ряд общих требований. При ремонте или заправке станций надо следить за тем, чтобы:

1. Была исключена возможность попадания в систему грязи, песка, воды и других посторонних включений. Несоблюдение этого требования неизбежно вызовет быстрый износ плунжеров насосов, в результате чего нарушится или полностью прекратится работа станции. Попадание в систему воды изменяет химические свойства мази, и она теряет свои смазочные свойства.

2. Станция была заряжена соответствующим сортом смазки, рекомендованным проектом, или ее заменителем, при этом следует обращать особое внимание на техническую характеристику мази и на ее качество. Нельзя применять консистентные смазки, пенетрация которых ниже 260. Смазка должна быть однородная по составу, без комков и посторонних примесей.

3. Была исключена возможность попадания в систему воздуха, поэтому запрещается заполнять резервуар станции вручную через верх со снятой крышкой. Присутствие воздуха в мазепроводах систем легко обнаружить по большему, чем обычно, поднятию штока поршня резервуара сразу же после остановки станции. При попадании в систему воздуха нужно освободить ее от смазки и промыть.

4. Была исключена возможность утечек через питатели, соединительные детали трубопровода, сам трубопровод, так как иначе не может быть обеспечена нормальная работа системы. При повреждении участка трубопровода поврежденный элемент удаляют, а если это труба, то ее заменяют новой, которая перед этим должна быть соответствующим образом обработана, т. е.

протравлена или обработана пескоструйной машиной, промыта, заполнена мазью.

5. Запорные приспособления, установленные на мазепроводах возле станции, были при ее работе открыты.

6. Соблюдали надлежащий контроль за своевременным заполнением резервуара смазкой, не допускали его опоражнивания. В современных автоматических системах густой смазки предусматривают автоматическое заполнение резервуаров смазкой от зарядного агрегата включаемого от импульса, подаваемого конечным выключателем, установленным на резервуаре станции и ограничивающим нижний уровень поршня. От подобного же верхнего выключателя подается импульс на отключение зарядного агрегата.

7. Один раз в сутки меняли диаграмму на самопишущем манометре, а результаты предыдущей диаграммы анализировали.

8. Проверяли масляный демпфер перед самопишущим манометром и не допускали возможности попадания мази в механизм..

9. Регулярно проверяли показания манометров на контрольных клапанах.

10. Один раз в смену проверяли срабатывание питателей.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить принцип работы станции.
3. Выписать наименования всех элементов, их назначение.
4. Записать принцип работы схемы и ее эксплуатацию.
5. Сделать вывод.

#### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Т.02.01.01.02 Энергообеспечивающая подсистема**

### **Лабораторная работа №1**

#### **Исследование характеристик системы насос - предохранительный клапан**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

##### **Цель работы:**

Экспериментальное определение зависимости расхода рабочей жидкости, поступающей в систему от давления на выходе насосной станции, при работе системы насос – предохранительный клапан

##### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять зависимость расхода рабочей жидкости, поступающей в систему от давления на выходе насосной станции, при работе системы насос – предохранительный клапан

##### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

##### **Задание:**

Изучить принцип работы заданной гидросхемы (рис.1), снять характеристику системы насос - предохранительный клапан.

##### **Порядок выполнения работы**

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рис. 2.3). Открыть кран ВН1.
2. Открыть проходное сечение дросселя ДР1 на максимально возможную величину путем вращения регулировочного винта против часовой стрелки до упора.
3. Включить питание приводящего электродвигателя насоса Н1. Установить частоту вращения приводного двигателя 50 Гц вращая ручку потенциометра на частотном регуляторе, частота отображается на ЖК дисплее над потенциометром.

4. Закрыть проходное сечение дросселя ДР1 на максимально возможную величину путем вращения регулировочного винта против часовой стрелки до упора.
5. Настроить клапан КП2 на давление 5 МПа.
6. Открыть проходное сечение дросселя ДР1 на максимально возможную величину путем вращения регулировочного винта по часовой стрелке до упора.
7. Записать в таблицу 2.3 соответствующие значение: давления  $p_1$  на выходе из насоса Н1 по показаниям манометра МН4.
8. Закрыть кран ВН1. Измерить объем  $V$  жидкости, поступающей в мерную емкость ЕМ1, за промежуток времени  $\Delta t$ . Записать значения в таблицу 2.3. По термометру определить значение температуры жидкости, поступающей в емкость ЕМ1. Записать значения температуры в таблицу 2.3. Открыть кран ВН1.
9. Поворачивая регулировочный винт дросселя, установить значения давления  $p_1=2$  МПа на выходе насосной станции Н1-КП2.
10. Закрыть кран ВН1. Измерить объем  $V$  жидкости, поступающей в мерную емкость ЕМ1, за промежуток времени  $\Delta t$ . Записать значения в таблицу 2.3. По термометру определить значение температуры жидкости, поступающей в емкость ЕМ1. Записать значения температуры в таблицу 2.3. Открыть кран ВН1.
11. Повторяя работы по п.9 и 10 выполнить замеры для всех значений давления  $p_1$  соответствующих таблице 1.
12. Выключить насосный агрегат стенда и питание системы управления.
13. Рассчитать величину подачи насосной станции  $Q_{нс} = V/\Delta t$  насоса и записать значения в таблицу 2.3. 14. Построить графики зависимостей: подачи насосной станции  $Q_{нс}$  от давления  $p_1$  на выходе насосной станции.
14. Сделать выводы.

Таблица 1

параметр	Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6
Давление $p_1$ на выходе насоса Н1, МПа		2	3	4	4,5	5
Объем $V$ жидкости, поступающей в ЕМ1, л						
Промежуток времени $\Delta t, c$						
Подача насосной станции $Q_{нс}$ , л/мин						
Температура рабочей жидкости, $t^\circ$						

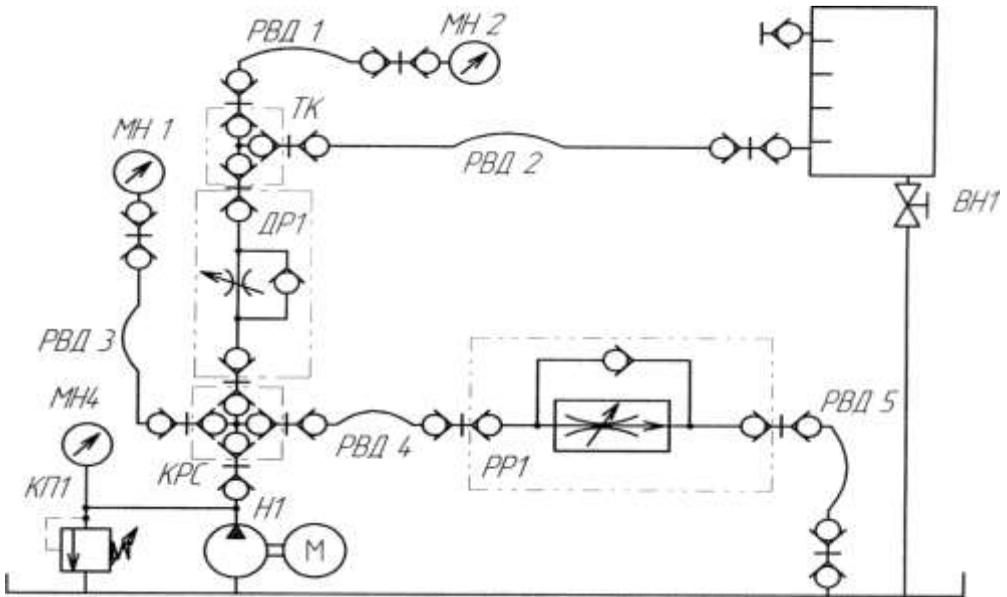


Рисунок 1 – Схема гидравлическая

**Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Т.02.01.01.03 Исполнительная подсистема**

**Лабораторная работа №2**

**Изучение принципа действия нерегулируемого гидропривода  
возвратно-поступательного действия**

**Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

**Цель работы:**

Ознакомление со схемой включения гидрораспределителя с ручным управлением для управления гидроцилиндром и ознакомления с методикой определения параметров гидропривода.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- собирать и регулировать гидропривод возвратно-поступательного действия

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

**Задание:**

Изучить принцип работы заданной гидросхемы (рис.1), собрать и отрегулировать гидропривод.

**Порядок выполнения работы**

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рис. 2.8).
2. Установить датчики ВК1 и ВК3 в крайние положения штока гидроцилиндра.
3. Запустить электродвигатель насоса Н1 (кнопка пуск). Установить частоту вращения приводного двигателя 50 Гц вращая ручку потенциометра на частотном регуляторе, частота отображается на ЖК дисплее над потенциометром.
4. Переключением гидрораспределителя установить шток гидроцилиндра во втянутое положение.
5. Сбросить показания счетчика времени движением кнопки «СБРОС».
6. Переключить распределитель в противоположное положение. Шток гидроцилиндра начнет выдвигаться. Записать показания манометров МН1 (р<sub>1</sub>), МН2 (р<sub>2</sub>) и МН4 (р<sub>4</sub>) при движении штока гидроцилиндра в таблицу 2.8. Если не успели записать данные, опыт можно повторить. Записать время перемещения штока гидроцилиндра по «Время перемещения ГЦ от ВК1 до ВК3, с» в таблицу.
7. Переключить распределитель в противоположное положение. Шток гидроцилиндра начнет втягиваться. Записать показания манометров МН1 (р<sub>1</sub>), МН2 (р<sub>2</sub>) и МН4 (р<sub>4</sub>) при движении штока гидроцилиндра в таблицу. Если не успели записать данные, опыт можно повторить. Записать время перемещения штока гидроцилиндра в таблицу 1.

8. Рассчитать значение усилий  $F$  на поршне гидроцилиндра. Полученное усилие будет соответствовать силе трения. При данном расчете значениями механических и гидравлических потерь в гидроцилиндрах пренебрегаем.

$$F_{\text{р.х.}} = S_{\text{п}} \times p_1 - S_{\text{ш}} \times p_2, \quad F_{\text{об.х.}} = S_{\text{ш}} \times p_2 - S_{\text{п}} \times p_1;$$

$$\text{где } S_{\text{п}} = \frac{\pi \times D_{\text{п}}^2}{4}; \quad S_{\text{ш}} = \frac{\pi \times (D_{\text{п}}^2 - d_{\text{ш}}^2)}{4}; \quad D_{\text{п}} = 40\text{мм}; \quad d_{\text{ш}} = 20\text{мм}.$$

9. Рассчитать значения скоростей движения штока гидроцилиндра

$$v = \frac{L}{t}, \quad \text{где } L = 200 \text{ мм} - \text{величина хода штока гидроцилиндра};$$

$t$  – время перемещения.

10. По данным лабораторной работы №3 определить производительность  $Q_{\text{н}}$  насоса при измеренном давлении  $p_4$  на выходе насоса. Занести значение в таблицу . Рассчитать значение теоретической гидравлической выходной мощности насоса  $N_{\text{н}}$  при соответствующих значениях давлений  $p_4$ , определяемых по манометру МН4.

$$N_{\text{нс}} = Q_{\text{н}} \times p_4; \quad \text{где } N_{\text{нс}} - \text{гидравлическая мощность на выходе насоса Н1,}$$

$Q_{\text{н}}$  – подача (расход) насоса Н1,  $p_4$  – давление на выходе насоса Н1.

11. Рассчитать значение потерь мощности на трение в гидроцилиндре:

$$N_{\text{тр}} = F \times v.$$

12. Рассчитать значения расходов жидкости по гидролиниям поступающей или вытекающей в / из поршневой / штоковой полости.

$$Q_{\text{п}} = S_{\text{п}} \times v; \quad Q_{\text{ш}} = S_{\text{ш}} \times v$$

13. Рассчитать значение потерь мощности в линии нагнетания и слива:

$$\Delta N_{\text{н}} = \Delta p_{\text{н}} - Q_{\text{н}} = (p_4 - p_1) \cdot Q_{\text{н}} \quad \text{при выдвигении.}$$

$$\Delta N_{\text{н}} = \Delta p_{\text{н}} - Q_{\text{н}} = (p_4 - p_2) \cdot Q_{\text{н}} \quad \text{при втягивании.}$$

$$\Delta N_{\text{н}} = \Delta p_{\text{рсл}} - Q_{\text{н}} = (p_2 - p_{\text{атм}}) \cdot Q_{\text{ш}} = P_2 \cdot Q_{\text{ш}} \quad \text{при выдвигении..}$$

$$\Delta N_{\text{н}} = \Delta p_{\text{рсл}} - Q_{\text{н}} = (p_1 - p_{\text{атм}}) \cdot Q_{\text{н}} = P_1 \cdot Q_{\text{п}} \quad \text{при втягивании..}$$

14. Проанализировать результаты. Объяснить величину потерь мощности в гидроприводе.

Таблица 1

Параметр	Прямой ход (выдвигение штока)	Обратный ход (втягивание штока)
----------	-------------------------------	---------------------------------

Давление $p_1$ в поршневой полости гидроцилиндра ГЦ 1, МПа		
Давление $p^{\wedge}$ в штоковой полости гидроцилиндра ГЦ 1, МПа		
Давление $p_4$ на выходе насоса Н1, МПа		
Время перемещения штока гидроцилиндра $t$ , с		
Скорость перемещения штока, $o$ , м/с		
Расход жидкости по линиям поршневой полости $Q_n$		
Расход жидкости по линиям поршневой полости $Q_{i1}$		
Теоретическое значение движущего усилия $F, H$		
Температура рабочей жидкости, $t^{\circ}$		
Теоретическое значение затрачиваемой гидравлической мощности $N_{Hc}$ насоса Н1, Вт		
Потерь мощности в линии нагнетания		
Потерь мощности в линии слива АНСЛ		

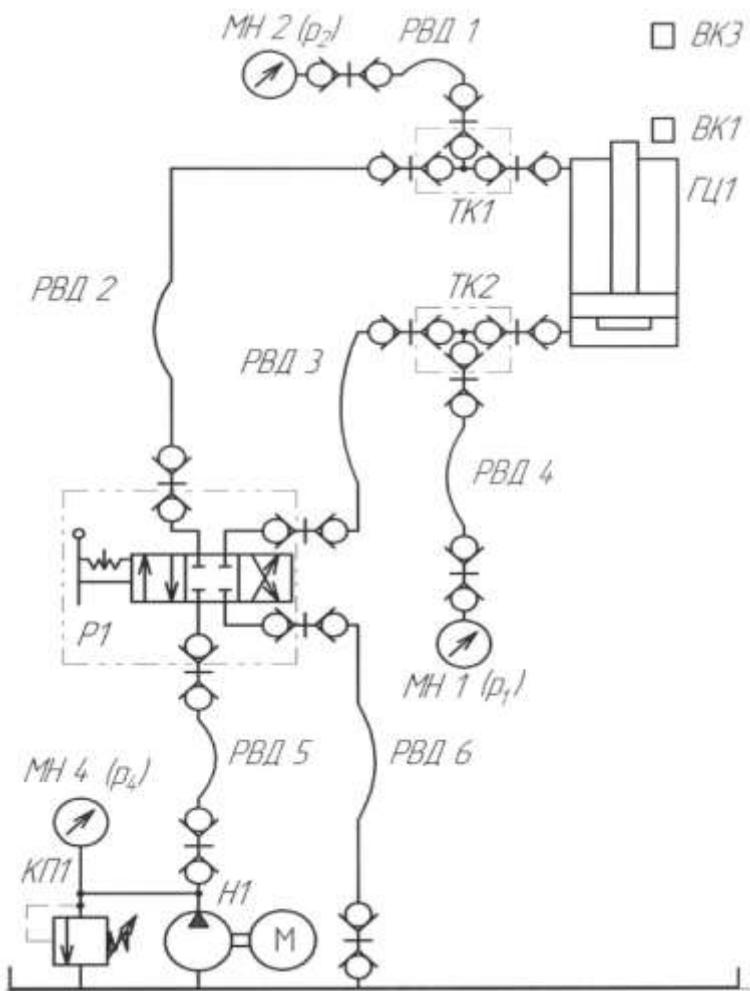


Рисунок 1 – Схема гидравлическая

### Лабораторная работа №3

**Экспериментальное определение и исследование энергетических и механических характеристик гидропривода дроссельного последовательного регулирования возвратно-поступательного движения с установкой дросселя в линии нагнетания и в линии слива.**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

#### **Цель работы:**

определение и исследование энергетических и механических характеристик гидропривода дроссельного последовательного регулирования возвратно-поступательного движения с установкой дросселя в линии нагнетания и в линии слива.

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- собирать и регулировать гидропривод

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

#### **Задание:**

Изучить принцип работы заданной гидросхемы (рис.1), выполнить сборку и регулировку гидросхемы

#### **Порядок выполнения работы**

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рис. 1).
2. Установить датчики ВК1 и ВК3 в крайние положения штока гидроцилиндра.
3. Запустить электродвигатель насоса Н1 (кнопка пуск) Установить частоту вращения приводного двигателя 50 Гц вращая ручку потенциометра на частотном регуляторе, частота отображается на ЖК дисплее над потенциометром.

4. Переключением гидрораспределителя установить шток гидроцилиндра во втянутое положение.
5. Сбросить показания счетчика времени движения кнопкой «СБРОС».
6. Переключить распределитель в противоположное положение. Шток гидроцилиндра начнет выдвигаться. Записать показания манометров МН1 (p<sub>1</sub>), МН2 (p<sub>2</sub>) и МН4 (p<sub>4</sub>) при движении штока гидроцилиндра в таблицу 2.9.. Если не успели записать данные, опыт можно повторить. Записать время перемещения штока гидроцилиндра по «Время перемещения ГЦ от ВК1 до ВК3, с» в таблицу.
7. Переключить распределитель в противоположное положение. Шток гидроцилиндра начнет втягиваться. Записать показания манометров МН1 (p<sub>1</sub>), МН2 (p<sub>2</sub>) и МН4 (p<sub>4</sub>) при движении штока гидроцилиндра в таблицу. Если не успели записать данные, опыт можно повторить. Записать время перемещения штока гидроцилиндра в таблицу 1.
8. Повторить действия по п.3-6 для частот 40 Гц и 30 Гц.
9. Рассчитать значение усилий F на поршне гидроцилиндра. Полученное усилие будет соответствовать силе трения. При данном расчете значениями механических и гидравлических потерь в гидроцилиндрах пренебрегаем.

$$F_{np.x} = S_{п1} \times p_1 - S_{п2} \times p_2,$$

$$F_{np.x} = S_{п1} \times p_1 - S_{п2} \times p_2;$$

$$\text{где } S_{п1} = \frac{\pi \times D_{п1}^2}{4}; \quad S_{п2} = \frac{\pi \times (D_{п1}^2 - d_{п2}^2)}{4}; \quad D_{п1} = 40\text{мм}; \quad d_{п2} = 20\text{мм}.$$

14. Рассчитать значения скоростей движения штока гидроцилиндра

$$v = \frac{L}{t}, \text{ где } L=200 \text{ мм – величина хода штока гидроцилиндра};$$

t – время перемещения.

15. По данным лабораторной работы №3 определить производительность Q<sub>н</sub> насоса при измеренном давлении p<sub>4</sub> на выходе насоса. Занести значение в таблицу . Рассчитать значение теоретической гидравлической выходной мощности насоса N<sub>н</sub> при соответствующих значениях давлений p<sub>4</sub>, определяемых по манометру МН4.

$$N_{nc} = Q_n \times p_4; \text{ где } N_{nc} \text{ – гидравлическая мощность на выходе насоса Н1,}$$

Q<sub>н</sub> – подача (расход) насоса Н1, p<sub>4</sub> – давление на выходе насоса Н1.

16. Рассчитать значение потерь мощности на трение в гидроцилиндре:

$$N_{тр} = F \times v.$$

$$F_{\text{уп.а}} = S_{\text{п}} \times p_1 - S_{\text{ш}} \times p_2;$$

$$\text{где } S_{\text{п}} = \frac{\pi \times D_{\text{п}}^2}{4}; \quad S_{\text{ш}} = \frac{\pi \times (D_{\text{п}}^2 - d_{\text{ш}}^2)}{4}; \quad D_{\text{п}} = 40 \text{ мм}; \quad d_{\text{ш}} = 20 \text{ мм}.$$

14. Рассчитать значения скоростей движения штока гидроцилиндра

$$v = \frac{L}{t}, \quad \text{где } L = 200 \text{ мм} - \text{величина хода штока гидроцилиндра};$$

$t$  – время перемещения.

15. По данным лабораторной работы №3 определить производительность  $Q_{\text{н}}$  насоса при измеренном давлении  $p_4$  на выходе насоса. Занести значение в таблицу . Рассчитать значение теоретической гидравлической выходной мощности насоса  $N_{\text{н}}$  при соответствующих значениях давлений  $p_4$ , определяемых по манометру МН4.

$$N_{\text{н}} = Q_{\text{н}} \times p_4; \quad \text{где } N_{\text{н}} - \text{гидравлическая мощность на выходе насоса Н1,}$$

$Q_{\text{н}}$  – подача (расход) насоса Н1,  $p_4$  – давление на выходе насоса Н1.

16. Рассчитать значение потерь мощности на трение в гидроцилиндре:

$$N_{\text{тр}} = F \times v.$$

17. Рассчитать значения расходов жидкости по гидролиниям поступающей в поршневую полость или вытекающей из штоковой полости:

$$Q_{\text{п}} = S_{\text{п}} \times v; \quad Q_{\text{ш}} = S_{\text{ш}} \times v$$

18. Рассчитать значение потерь мощности в линии нагнетания и слива:

$$\Delta N_{\text{н}} = \Delta p_{\text{н}} \cdot Q_{\text{н}} = (p_4 - p_1) \cdot Q_{\text{н}} \quad \text{при выдвигании.}$$

$$\Delta N_{\text{н}} = \Delta p_{\text{н}} \cdot Q_{\text{н}} = (p_4 - p_2) \cdot Q_{\text{н}} \quad \text{при втягивании.}$$

$$\Delta N_{\text{сл}} = \Delta p_{\text{сл}} \cdot Q_{\text{ш}} = (p_2 - p_{\text{атм}}) \cdot Q_{\text{ш}} = p_2 \cdot Q_{\text{ш}} \quad \text{при выдвигании.}$$

$$\Delta N_{\text{сл}} = \Delta p_{\text{сл}} \cdot Q_{\text{п}} = (p_1 - p_{\text{атм}}) \cdot Q_{\text{п}} = p_1 \cdot Q_{\text{п}} \quad \text{при втягивании.}$$

19. Проанализировать результаты. Объяснить величину потерь мощности в гидроприводе.

Таблица

Параметр	Прямой ход (выдвижение штока)		
	max	средняя	min
Открытие дросселя, скорость перемещения штока			
Давление $p_1$ в поршневой полости гидроцилиндра ГЦ1, МПа			
Давление $p_2$ в штоковой полости гидроцилиндра ГЦ1, МПа			
Давление $p_4$ на выходе насоса Н1, МПа			
Время перемещения штока гидроцилиндра $t$ , с			
Скорость перемещения штока, $v$ , м/с			
Расход жидкости по линиям поршневой полости $Q_{П1}$			
Расход жидкости по линиям штоковой полости $Q_{П2}$			
Теоретическое значение движущего усилия $F$ , Н			
Температура рабочей жидкости, $t^\circ$			
Теоретическое значение затрачиваемой гидравлической мощности $N_{гид}$ насоса Н1, Вт			
Потерь мощности в линии нагнетания $\Delta N_{н}$			
Потерь мощности в линии слива $\Delta N_{сл}$			



## **Т.02.01.01.04 Направляющая и регулирующая подсистема**

### **Лабораторная работа №4**

#### **Изучение принципа действия и использование в схемах управления управляемого обратного клапана (гидрозамка) на примере гидропривода**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

##### **Цель работы:**

Экспериментальное определение расходной перепадной характеристики дросселя с обратным клапаном, представляющей собой зависимость перепада давления на дросселе от расхода жидкости через него.

##### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- пользоваться гидроприводом возвратно-поступательного действия с применением дросселя с обратным клапаном

##### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

##### **Задание:**

Изучить принцип работы заданной гидросхемы (рис.1), собрать и отрегулировать гидросхему

##### **Порядок выполнения работы**

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рис.1). Открыть кран ВН1.
2. Открыть дроссель ДР1. Закрыть регулятор расхода РР1
3. Включить питание приводящего электродвигателя насоса Н1. Установить частоту вращения приводного двигателя 50 Гц вращая ручку потен-

циометра на частотном регуляторе, частота отображается на И дисплее над потенциометром.

4. Постепенно закрывая проходное сечение дросселя ДР1 путем вращеш его регулировочного винта против часовой стрелки установить давлени перед дросселем равным 4 МПа. Открыть кран ВН1.

5. Данная точка будет соответствовать максимальному значению расходе через дроссель при данном его открытии и установившемся давлении.

6. Закрывать кран ВН1.

7. Измерить объем  $V$  жидкости, поступающей в мерную емкость ЕМ1, за промежуток времени  $\Delta t$ . Записать полученные значения объема, времени и давлений  $p_1$  (манометр МН2) и  $p_2$  (манометр МН1) в таблицу 2.4. По термометру определить значение температуры жидкости, поступающей в емкость ЕМ1. Записать значения температуры в таблицу 2.4. Открыть кран ВН1.

8. Уменьшая открытие регулятора расхода РР1 до минимального значения, соответствующего значению давления  $p_1$  перед дросселем ДР1 0,5 МПа с шагом 0,5 МПа, измеряемого по манометру МН2 повторить измерения по п.7.

9. Повторить измерения параметров по п.2...8 для открытий дросселя, соответствующих максимальному расходу при давлениях 3 МПа и 2 МПа.

10. Выключить насосную стацию.

11. По окончании работы выключить питание приводящего электродвигателя насоса Н1 и питание системы управления.

12. Построить график зависимости перепада давления  $\Delta p = p_1 - p_2$  на дросселе от расхода  $Q$  рабочей жидкости через него при различных значениях открытия дросселя. Проанализировать полученные данные, сформулировать выводы.

Таблица 1

Давление перед дросселем при полностью открытом регуляторе расхода 4 МПа								
Параметр	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	
Давление перед дросселем $p_1$ , МПа	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Давление на выходе дросселя $p_2$ , МПа								
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на дросселе, МПа								
Объем $V$ жидкости, поступающей в ЕМ1, л								
Промежуток времени $\Delta t$ , с								
Расход через дроссель $Q$ , л/мин								

Температура рабочей жидкости, t°									
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Давление перед дросселем при полностью открытом регуляторе расхода 3 МПа									
Параметр	Номер опыта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Давление перед дросселем p <sub>1</sub> , МПа	0,5	1	1,5	2	2,5	3			
Давление на выходе дросселя p <sub>2</sub> , МПа									
Перепад давления Δp=p <sub>1</sub> -p <sub>2</sub> на дросселе, МПа									
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1. л									
Промежуток времени Δt, с									
Расход через дроссель Q, л/мин									
Температура рабочей жидкости, t°									

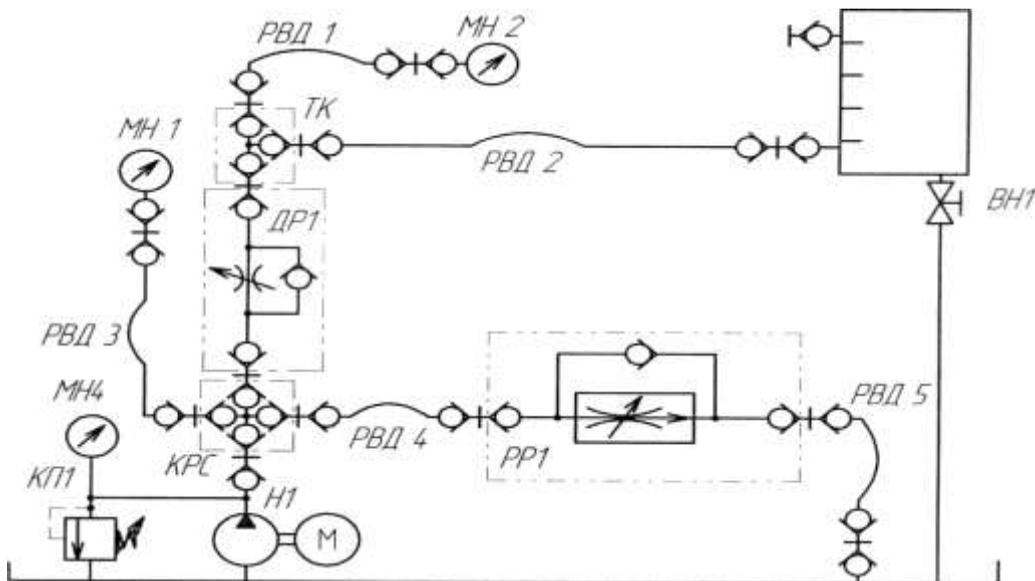


Рисунок 1 – Схема гидравлическая

### Лабораторная работа №5

#### Изучение схем гидроприводов с управлением скоростью перемещения в зависимости от положения штока гидроцилиндра

##### Формируемые компетенции:

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

##### Цель работы:

Изучение принципа действия гидравлических распределителей двух различных схем.

##### Выполнив работу, Вы будете уметь:

- пользоваться гидроприводом возвратно-поступательного действия с применением гидравлических распределителей

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

**Задание:**

Изучить принцип работы заданной гидросхемы (рис.1)

**Порядок выполнения работы**

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой с использованием четырехлинейного распределителя с запорным центром (рис.1)
2. Включить питание приводящего электродвигателя насоса Н1. Закрывать ВН1.
3. Записать величину давления по манометру МН4 (р1). Наблюдать, из какой БРС и по какому рукаву течет поток жидкости от насоса.
4. Поочередно переместить золотник гидрораспределителя в крайнее левое / правое положение. Наблюдать, направление течения потока жидкости от насоса.
5. Проанализировать полученные данные, сделать выводы о принципе действия гидрораспределителя.
6. Повторить работы по п.1.,4 для распределителей: четырехлинейного трехпозиционного распределителя с запорным центром и соединенными линиями А и В со сливом, рис. 2

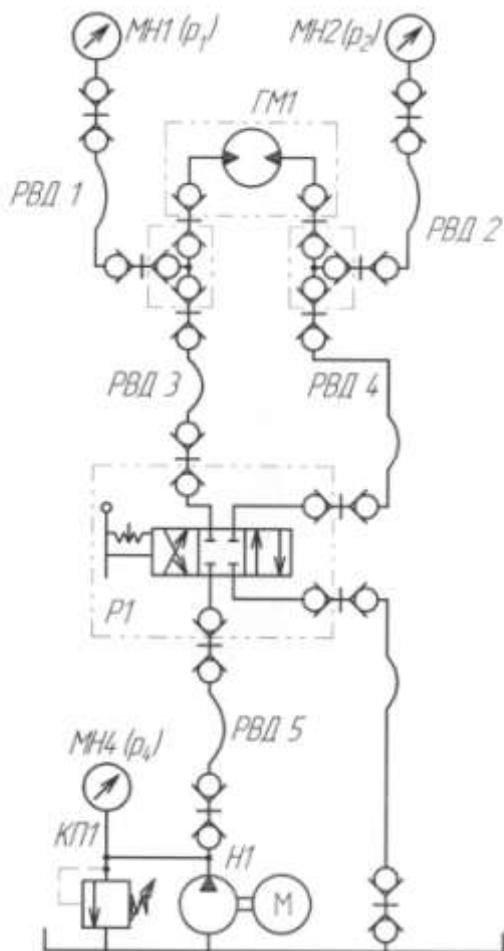


Рисунок 1

**Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Лабораторная работа №6**

### **Экспериментальное исследование характеристик двухлинейного регулятора расхода**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

#### **Цель работы:**

Определение зависимостей расхода рабочей жидкости через двухлинейный регулятор расхода и потерь давления на входящем в состав регулятора расхода дросселе от разности давлений во входном и выходном канале регулятора при:

- постоянном значении давления во входном канале регулятора и изменении давления в его выходном канале;
- постоянном давлении в выходном канале регулятора и изменении давления в его входном канале.

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- пользоваться гидроприводом возвратно-поступательного действия с изменением регулятора расхода

#### **Материальное обеспечение:**

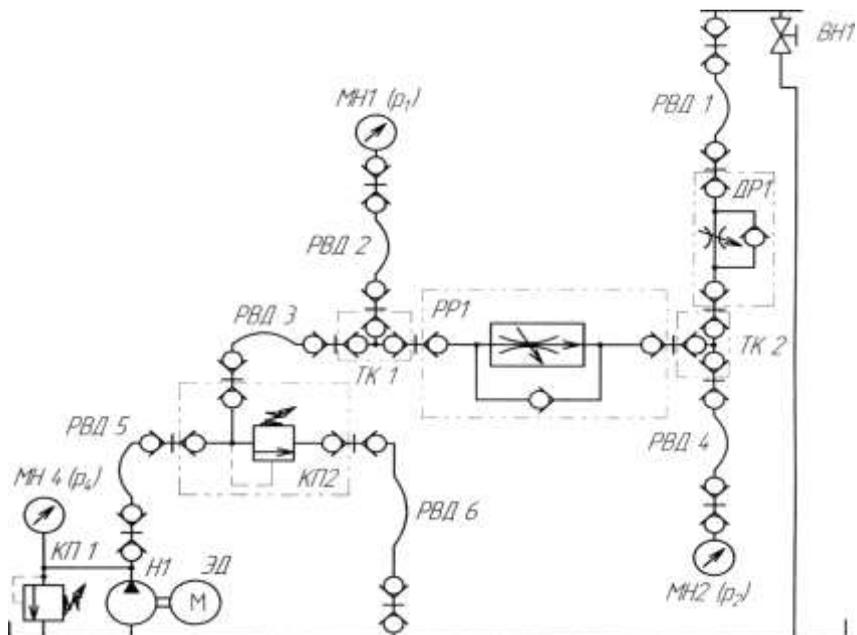
1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

#### **Задание:**

Определить зависимости расхода рабочей жидкости через двухлинейный регулятор расхода от разности давлений во входном и выходном канале регулятора при постоянном значении давления во входном канале регулятора и изменении давления в его выходном канале

#### **Порядок выполнения работы**

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рис.2.6). Открыть кран ВН1.
2. Открыть проходное сечение дросселя ДР1 и регулятора расхода РР1 на максимально возможную величину путем вращения регулировочного винта каждого из устройств против часовой стрелки до упора.
3. Включить питание приводящего электродвигателя насоса Н1. Установить частоту вращения приводного двигателя 50 Гц вращая ручку потенциометра на частотном регуляторе.
4. Перекрыть проходное сечение регулятора расхода РР1, путем вращения регулировочного винта против часовой стрелки.
5. По манометру МН1 настроить клапан КП2 на давление  $p_{настр}=4$  МПа.
6. Открывая регулятор расхода, настроить значение расхода жидкости через него величиной, ориентировочно равной 1,5...2,5 л/мин. Настройка расхода осуществляется последовательным измерением объема в мерной емкости, набираемого за определенное время.
7. В процессе работы поддерживать с помощью напорного клапана КП2 давление  $p_1$  на входе регулятора, равным величине 4 МПа, контролируемого с помощью манометра МН1.
8. Записать в таблице соответствующие значения давления  $p_2$  (манометр МН2) на выходе регулятора потока.
9. Закрыть кран ВН1. Измерить объем  $V$  жидкости, поступающей в мерную емкость ЕМ1, за промежуток времени  $\Delta t$ . Записать значения в таблицу. По термометру определить значение температуры жидкости, поступающей в емкость ЕМ1. Записать значения температуры в таблицу .1. Открыть кран ВН1
10. Поддерживая с помощью напорного клапана КП2 давление  $p_1$  постоянным и равным 4 МПа и устанавливая с помощью дросселя ДР1 значения давления  $p_2$  на выходе регулятора потока, равные 1, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 МПа. Для каждого значения давления на выходе регулятора расхода повторить измерения по п.9.



Рисунк 1

Таблица 1

Параметр	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	7	8	
Давление перед регулятором расхода р <sub>р</sub> , МПа	4	4	4	4	4	4	4	4
Давление на выходе регулятора расхода р <sub>з</sub> , МПа		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Перепад давления на регуляторе расхода Д <sub>ррр</sub> , МПа								
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л								
Промежуток времени Δt, с								

### **Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
- Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Лабораторная работа №7**

### **Экспериментальное исследование характеристик трехлинейного редукционного клапана**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

#### **Цель работы:**

Экспериментальное определение характеристик трехлинейного редукционного клапана:

1. Изменение давления выхода при отсутствии течения через клапан при изменении давления входа.
2. Зависимости изменения давления выхода (нагрузки) при постоянном давлении входа и при изменении расхода жидкости через клапан.

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- пользоваться гидроприводом возвратно-поступательного действия с применением трехлинейного редукционного клапана

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. стенд гидравлический учебный СГУ-УН—С-013-25ЛР-01
3. комплект учебного оборудования "Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов"

#### **Задание:**

Определить характеристики изменения давления выхода при отсутствии течения через клапан при изменении давления входа трехлинейного редукционного клапана

### **Порядок выполнения работы**

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рис.2.7.1). Открыть кран ВН1.
2. Открыть предохранительный клапан КП2.
3. Закрыть проходное сечение дросселя ДР1 путем вращения регулировочной рукоятки по часовой стрелке.
4. Включить питание приводящего электродвигателя насоса Н1.
5. Клапаном КП2 настроить давление  $p_1$  (манометр МН1) перед редукционным клапаном на значение 5 МПа.
6. Настроить редукционный клапан на давление 2 МПа контролируя давление по манометру МН2 (давление  $p_2$ ).
7. Записать показания в таблицу 1.
8. Снизить давление перед редукционным клапаном  $p_1$  до следующего, соответствующего значениям в таблице 2.7.1. Записать показания в таблицу. Выполнить измерения для всех значений давления  $p_1$  указанных в таблице 1.
9. Настроить предохранительный клапан КП2 на давление 5 МПа и редукционный клапан на давление 3 МПа. Повторить измерения по п.7 и 8.
10. Повторить измерения по п.9 для настройки редукционного клапана 4 МПа.

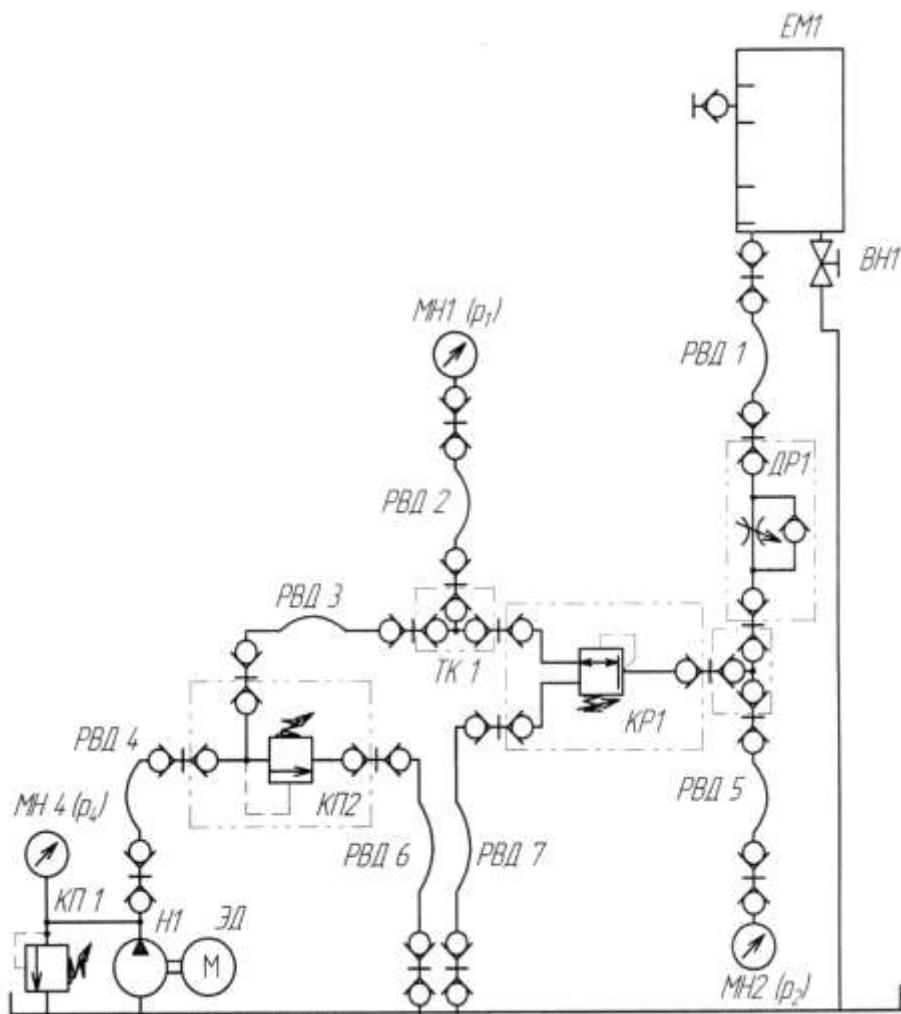


Рисунок 1  
90

Параметр	Номер опыта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Давление настройки редуционного клапана 2 МПа								
Давление перед редуционным клапаном $p_b$ , МПа	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Давление на выходе редуционного клапана $p_d$ , МПа	2								
	Давление настройки редуционного клапана 3 МПа								
Давление перед редуционным клапаном $p_b$ , МПа	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Давление на выходе редуционного клапана $p_d$ , МПа	3								
	Давление настройки редуционного клапана 4 МПа								
Давление перед редуционным клапаном $p_b$ , МПа	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Давление на выходе редуционного клапана $p_d$ , МПа	4								

**Форма представления результата:**

- Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
- Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем